

**DİCLE ÜNİVERSİTESİ**  
**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**MEKANİZASYON SİSTEMLERİNİN HİDROPONİK ORTAMDA MARUL  
YETİŞTİRİCİLİĞİ ÜZERİNDEKİ ETKİLERİNİN BELİRLENMESİ**

**Melek TANTEKİN**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**TARIM MAKİNALARI VE TEKNOLOJİLERİ MÜHENDİSLİĞİ**  
**ANABİLİM DALI**

**DİYARBAKIR**

**Şubat 2021**

## TEŐEKKÖR

Dicle Üniversitesi Ziraat Fakóltesi'ne ait sera içerisinde yaptığım tez çalıőmamda, Lisans ve Yůksek Lisans öğrenimim boyunca destek ve katkılarını esirgemeyen danışman hocam Sayın Doç. Dr. Ahmet Konuralp ELİÇİN'e, tüm bu süreç boyunca bana destek olan Anabilim Dalı ve Bölüm Başkanımız Sayın Prof. Dr. Abdullah SESSİZ'e, tezimin analizlerinde bana yardımcı olan Sayın Prof. Dr. Behiye Tuba BİÇER'e, tez savunma sınavıma katılarak katkılar sunan Sayın Doç. Dr. Mehmet Fırat BARAN'a ve tüm öğrenim hayatım boyunca benim için gösterdiği desteklerinden dolayı ablam Sayın Gurbet TANTEKİN'e teőekkürlerimi sunarım.

Melek TANTEKİN

Şubat, 2021 Diyarbakır

## İÇİNDEKİLER

TEŞEKKÜR.....	I
İÇİNDEKİLER.....	II
ÖZET.....	V
ABSTRACT.....	VI
ÇİZELGE LİSTESİ.....	VII
ŞEKİL LİSTESİ.....	X
KISALTMA VE SİMGELER.....	XI
<b>1. GİRİŞ.....</b>	<b>1</b>
1.1. Topraksız Tarım.....	4
1.1.1. Topraksız Tarımın Seralarda Yaygınlaşması.....	6
1.1.2. Toprak Kaybı ve Toprak Yorgunluğu.....	7
1.1.3. Zararlı, Hastalık ve Yabancı Ot Sorunu.....	7
1.1.4. Aşırı Gübreleme.....	7
1.1.5. Aşırı Su Tüketimi.....	7
1.1.6. Enerji ve İşgücü Maliyetleri.....	8
1.1.7. Topraksız Tarımın Tercih Nedenleri.....	8
1.1.8. Topraksız Tarımın Avantajları.....	9
1.1.9. Topraksız Tarımın Dezavantajları.....	10
1.1.10. Topraksız Tarımın Ekonomik Yönleri.....	11
1.2. Topraksız Tarım Yöntemleri.....	13
1.2.1. Su (Solüsyon=Hidroponik) Kültürü.....	13
1.2.2. Durgun Su Kültürü.....	14
1.2.2.1. Havalandırmaz Su Kültürü.....	15
1.2.2.2. Havalandırmalı Su Kültürü.....	16
1.2.3. Akan Su Kültürü.....	16
1.2.3.1. Besleyici Film Tekniği.....	17
1.2.3.2. Derin Su Kültürü.....	19
1.2.4. Aeroponik Kültürü.....	20
<b>2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR.....</b>	<b>23</b>
<b>3. MATERYAL VE YÖNTEM.....</b>	<b>31</b>
3.1. Materyal.....	31
3.1.1. Araştırmada Kullanılacak Ölçü Aletleri.....	31
3.1.1.1. Renk Ölçer.....	31
3.1.1.2. pH Ölçer.....	32
3.1.1.3. Elektrik İletkenliği Ölçüm Cihazı (EC Tester).....	32
3.1.1.4. Yaprak Alanı Ölçüm Sistemi.....	33
3.1.1.5. Tartı Cihazı.....	33
3.1.1.6. Klorofil Ölçüm Cihazı.....	34
3.1.1.7. Suda Çözünebilen Katı Madde Miktarı Ölçüm Cihazı (Refraktometre).....	34
3.2. Yöntem.....	35
<b>4. BULGULAR VE TARTIŞMA.....</b>	<b>37</b>
4.1. Borulu Sistem Sonuçları.....	37
4.1.1. Kök Uzunluğu Sonuçları.....	37
4.1.2. Bitki Boyu Sonuçları.....	38

4.1.3.	Gövde Çapı Sonuçları.....	39
4.1.4.	Kök Boğazı Çapı Sonuçları.....	40
4.1.5.	Toplam Bitki Ağırlığı Sonuçları.....	41
4.1.6.	Kök Ağırlığı Sonuçları.....	42
4.1.7.	Pazarlanabilir Bitki Ağırlığı Sonuçları.....	43
4.1.8.	Yaprak Alanı Sonuçları.....	44
4.1.9.	Taç Genişliği Sonuçları.....	45
4.1.10.	Klorofil Sonuçları.....	46
4.1.11.	SÇKM Sonuçları.....	47
4.1.12.	Yaprak Sayısı Sonuçları.....	48
4.1.13.	L (Parlaklık) değeri Sonuçları.....	49
4.1.14.	a Değeri Sonuçları.....	50
4.1.15.	b Değeri Sonuçları.....	51
4.2.	Havuzlu Sistem Sonuçları.....	52
4.2.1.	Kök Uzunluğu Sonuçları.....	52
4.2.2.	Bitki Boyu Sonuçları.....	53
4.2.3.	Gövde Çapı Sonuçları.....	54
4.2.4.	Kök Boğazı Çapı Sonuçları.....	55
4.2.5.	Toplam Bitki Ağırlığı Sonuçları.....	55
4.2.6.	Kök Ağırlığı Sonuçları.....	56
4.2.7.	Pazarlanabilir Bitki Ağırlığı Sonuçları.....	57
4.2.8.	Yaprak Alanı Sonuçları.....	57
4.2.9.	Taç Genişliği Sonuçları.....	58
4.2.10.	Klorofil Sonuçları.....	59
4.2.11.	SÇKM Sonuçları.....	59
4.2.12.	Yaprak Sayısı Sonuçları.....	60
4.2.13.	L (Parlaklık) değeri Sonuçları.....	61
4.2.14.	a Değeri Sonuçları.....	62
4.2.15.	b Değeri Sonuçları.....	62
4.3.	Tüplü Sistem Sonuçları.....	63
4.3.1.	Kök Uzunluğu Sonuçları.....	64
4.3.2.	Bitki Boyu Sonuçları.....	64
4.3.3.	Gövde Çapı Sonuçları.....	65
4.3.4.	Kök Boğazı Çapı Sonuçları.....	66
4.3.5.	Toplam Bitki Ağırlığı Sonuçları.....	66
4.3.6.	Kök Ağırlığı Sonuçları.....	67
4.3.7.	Pazarlanabilir Bitki Ağırlığı Sonuçları.....	68
4.3.8.	Yaprak Alanı Sonuçları.....	69
4.3.9.	Taç Genişliği Sonuçları.....	69
4.3.10.	Klorofil Sonuçları.....	70
4.3.11.	SÇKM Sonuçları.....	71
4.3.12.	Yaprak Sayısı Sonuçları.....	71
4.3.13.	L (Parlaklık) değeri Sonuçları.....	72
4.3.14.	a Değeri Sonuçları.....	73

4.3.15.	b Değeri Sonuçları.....	73
4.4.	Borulu Par Sonuçları.....	74
4.5.	Havuzlu Par Sonuçları.....	75
5.	<b>SONUÇ VE ÖNERİLER</b> .....	77
6.	<b>KAYNAKLAR</b> .....	81
	<b>ÖZGEÇMİŐ</b> .....	85



## ÖZET

### MEKANİZASYON SİSTEMLERİNİN HİDROPONİK ORTAMDA MARUL YETİŞTİRİCİLİĞİ ÜZERİNDEKİ ETKİLERİNİN BELİRLENMESİ

#### YÜKSEK LİSANS TEZİ

Melek TANTEKİN

DİCLE ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ  
TARIM MAKİNALARI ve TEKNOLOJİLERİ MÜHENDİSLİĞİ ABD

2021

Bu çalışmada ısıtmasız bir sera içerisinde durgun su kültürü, Akansu kültürü ve topraklı tüpler içerisinde yetiştirme sistemlerinin, yeşil kıvırcık marul (Caipia) ve kırmızı kıvırcık marul (Giardian) çeşitlerinin bitki özelliklerine etkileri araştırılmıştır. Çalışma kapsamında 5 katlı borular üzerine sıra üzeri mesafesi 20 cm olan 55 mm'lik delikler açılarak 4 hatlı borulu sistem inşa edilmiş ve her bir hatta sırasıyla 50, 100, 150 ve 200 ml/s dolaştırılmıştır. Havuzlu sistemde ise her bir strafor üzerine aynı şekilde 20 cm mesafe sıra arası ve sıra üzeri mesafelerle 18 adet bitki dikimi olmak üzere 72 adet marul dikimi yapılmıştır. Denemelerde, ilk iki hafta 20x20x20, sonraki iki hafta 15x40x5 ve son iki hafta ise 12x5x40 gübrelere her hafta başı suya eritilerek ilave edilmiştir. Araştırma sonunda her bir sistemde yetiştirilen bitkilerin, kök uzunluğu, toplam bitki boyu, gövde çapı, kök boğazı çapı, yaprak sayısı, pazarlanabilir bitki ağırlığı, kök ağırlığı, yaprak sayısı, taç genişliği, klorofil miktarı, şçkm değeri ve renk (L, a, b) analizleri yapılmıştır. Araştırmanın sonunda bitki özellikleri bakımında en iyi değerlere havuzlu sistemde ulaşılmıştır. Bu değerleri, havuzlu ve tüplü sistem takip etmiştir. Borulu sistemde bitki özellikleri üzerinde kat yerlerinin, elektrik iletkenlik değerleri, pH ve par değerlerinin etkileri önemli bulunurken, havuzlu sistemde ise sıcaklık, par ve pH'ın etkilerinin önemli olduğu belirlenmiştir. Havuzlu sistemde 33 gün içerisinde, 23,542 cm kök uzunluğuna, 22.883 cm bitki boyuna, 59.827 mm gövde çapına, 11.139 cm kök boğazı çapına, 0.128 kg toplam bitki ağırlığına, 0.115 kg pazarlanabilir bitki ağırlığına, 0,013 kök ağırlığına, 277.193 cm<sup>2</sup> yaprak alanına, 28.583 cm taç genişliğine, 23.092 spad klorofil miktarına, 4.092 % SÇKM miktarına ve 21.417 adet yaprak sayısına ulaşılmıştır. Sadece kök ağırlığı bakımından borulu sistem öne geçmiştir. Lxaxb değerlerinde ise aynı şekilde havuzlu ve borulu sistem arasında fark bulunmazken sırasıyla 53.510, -22.420 ve 37.541 değerlerine ulaşılmıştır. Yatırım maliyetleri açısından borulu sistem maliyetinin havuzlu sistem maliyetine göre yüksek belirlense de işletme maliyetleri bakımından bir fark tespit edilememiştir. Borulu sistemde her bir hatta farklı debilerde su dolaştırılmasının bitki gelişmesine etkisinin önemli olup olmadığı, incelenen diğer faktörlerin baskın olmasından dolayı net bir şekilde tespit edilememiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Marul, Akan su kültürü, Durgun su kültürü, Tüplü Sistem

## ABSTRACT

### DETERMINING THE EFFECTS of MECHANIZATION SYSTEMS ON LETTUCE GROWING IN HYDROPONIC ENVIRONMENT

MSc THESIS

Melek TANTEKIN

DEPT. OF AGRICULTURAL MACHINERY AND TECHNOLOGIES ENGINEERING  
INSTITUTE OF NATURAL AND APPLIED SCIENCES  
UNIVERSITY OF DICLE

2021

In this study, the effects of stagnant water culture in an unheated greenhouse, Akansu culture and growing systems in earthen tubes, green curly lettuce (Caipia) and red curly lettuce (Giardian) varieties were investigated. Within the scope of the study, a 4-line pipe system was constructed by drilling 55 mm holes on 5-storey pipes with a distance of 20 cm on the row and 50, 100, 150 and 200 ml / s were circulated respectively on each line. In the pool system, 72 lettuce were planted on each styrofoam in the same way, including 18 plants with 20 cm distance between rows and above rows. In the experiments, 20x20x20 fertilizers were added in the first two weeks, 15x40x5 in the next two weeks and 12x5x40 in the last two weeks by dissolving into the water every week. At the end of the study, the root length, total plant height, stem diameter, root collar diameter, number of leaves, marketable plant weight, root weight, leaf number, crown width, chlorophyll amount, choice value and color (L, a, b) analyzed. At the end of the study, the best values in terms of plant characteristics were obtained in the pool system. Pooled and tubular systems followed these values. It has been determined that the effects of floor locations, electrical conductivity values, pH and par values on plant properties are important in the tubular system, while the effects of temperature, par and pH are important in the pooled system. Within 33 days in the pooled system, 23,542 cm root length, 22.883 cm plant height, 59.827 mm stem diameter, 11.139 cm root collar diameter, 0.128 kg total plant weight, 0.115 kg marketable plant weight, 0.013 root weight, 277.193 cm<sup>2</sup> leaf area, 28.583 cm crown width, 23.092 spad chlorophyll content, 4.092% soluble and 21.417 leaves. The tubular system came to the fore only in terms of root weight. In Lxaxb values, there is no difference between pooled and piped demand, while 53.510, -22.420 and 37.541 values are reached, respectively. Although the cost of the piped system in terms of investment costs is determined higher than the cost of the pooled system, no difference has been determined in terms of operating costs. Whether the effect of water circulation at different flows in each line on plant growth is important in the tubular system could not be clearly determined due to the predominance of other factors examined.

**Key words:** Lettuce, Aeroponic system, Hydroponics system, Tubular System

## ÇİZELGE LİSTESİ

Çizelge 4.1.	Borulu sistemde kök uzunluğuna ait varyans analizi	38
Çizelge 4.2.	Borulu sistemde ortalama kök uzunluğu değerleri	38
Çizelge 4.3.	Borulu sistemde bitki uzunluğuna ait varyans analizi	38
Çizelge 4.4.	Borulu sistemde ortalama bitki uzunluğu değerleri	39
Çizelge 4.5.	Borulu sistemde gövde çapına ait varyans analizi	39
Çizelge 4.6.	Borulu sistemde ortalama gövde çapı değerleri	40
Çizelge 4.7.	Borulu sistemde kök boğazı çapına ait varyans analizi	40
Çizelge 4.8.	Borulu sistemde ortalama kök boğazı çapı değerleri	41
Çizelge 4.9.	Borulu sistemde bitki ağırlığı varyans analizi	41
Çizelge 4.10.	Borulu sistemde ortalama bitki ağırlığı değerleri	42
Çizelge 4.11.	Borulu sistemde kök ağırlığı varyans analizi	42
Çizelge 4.12.	Borulu sistemde ortalama kök ağırlığı değerleri	43
Çizelge 4.13.	Borulu sistemde pazarlanabilir bitki ağırlığı varyans analizi	43
Çizelge 4.14.	Borulu sistemde ortalama pazarlanabilir bitki ağırlığı değerleri	44
Çizelge 4.15.	Borulu sistemde yaprak alanına ait varyans analizi	44
Çizelge 4.16.	Borulu sistemde ortalama yaprak alanı değerleri	45
Çizelge 4.17.	Borulu sistemde taç genişliğine ait varyans analizi	45
Çizelge 4.18.	Borulu sistemde ortalama taç genişliği değerleri	46
Çizelge 4.19.	Borulu sistemde klorofil değerlerine ait varyans analizi	46
Çizelge 4.20.	Borulu sistemde ortalama klorofil değerleri	47
Çizelge 4.21.	Borulu sistemde Şçkm değerlerine ait varyans analizi	47
Çizelge 4.22.	Borulu sistemde ortalama Şçkm değerleri	48
Çizelge 4.23.	Borulu sistemde yaprak sayısına ait varyans analizi	48
Çizelge 4.24.	Borulu sistemde ortalama yaprak sayıları	49
Çizelge 4.25.	Borulu sistemde L (parlaklık) değerlerine ait varyans analizi	49
Çizelge 4.26.	Borulu sistemde ortalama L (parlaklık) değerleri	50
Çizelge 4.27.	Borulu sistemde a değerlerine ait varyans analizi	50
Çizelge 4.28.	Borulu sistemde ortalama a değerleri	51
Çizelge 4.29.	Borulu sistemde b değerlerine ait varyans analizi	51
Çizelge 4.30.	Borulu sistemde ortalama b değerleri	52
Çizelge 4.31.	Havuzlu sistemde kök uzunluğuna ait varyans analizi	53
Çizelge 4.32.	Havuzlu sistemde ortalama kök uzunluğu değerleri	53
Çizelge 4.33.	Havuzlu sistemde bitki uzunluğuna ait varyans analizi	53
Çizelge 4.34.	Havuzlu sistemde ortalama bitki uzunluğu değerleri	54
Çizelge 4.35.	Havuzlu sistemde gövde çapına ait varyans analizi	54
Çizelge 4.36.	Havuzlu sistemde ortalama gövde çapı değerleri	54
Çizelge 4.37.	Havuzlu sistemde kök boğazı çapına ait varyans analizi	55
Çizelge 4.38.	Havuzlu sistemde ortalama kök boğazı çapı değerleri	55
Çizelge 4.39.	Havuzlu sistemde bitki ağırlığı varyans analizi	55
Çizelge 4.40.	Havuzlu sistemde ortalama bitki ağırlığı değerleri	56
Çizelge 4.41.	Havuzlu sistemde kök ağırlığı varyans analizi	56
Çizelge 4.42.	Havuzlu sistemde ortalama kök ağırlığı değerleri	56
Çizelge 4.43.	Havuzlu sistemde pazarlanabilir bitki ağırlığı varyans analizi	57

<b>Çizelge 4.44.</b>	Havuzlu sistemde ortalama pazarlanabilir bitki ağırlığı değerleri	57
<b>Çizelge 4.45.</b>	Havuzlu sistemde yaprak alanına ait varyans analizi	57
<b>Çizelge 4.46.</b>	Havuzlu sistemde ortalama yaprak alanı değerleri	58
<b>Çizelge 4.47.</b>	Havuzlu sistemde taç genişliğine ait varyans analizi	58
<b>Çizelge 4.48.</b>	Havuzlu sistemde ortalama taç genişliği değerleri	58
<b>Çizelge 4.49.</b>	Havuzlu sistemde klorofil değerlerine ait varyans analizi	59
<b>Çizelge 4.50.</b>	Havuzlu sistemde ortalama klorofil değerleri	59
<b>Çizelge 4.51.</b>	Havuzlu sistemde Sçkm değerlerine ait varyans analizi	59
<b>Çizelge 4.52.</b>	Havuzlu sistemde ortalama Sçkm değerleri	60
<b>Çizelge 4.53.</b>	Havuzlu sistemde yaprak sayısına ait varyans analizi	60
<b>Çizelge 4.54.</b>	Havuzlu sistemde ortalama yaprak sayıları	61
<b>Çizelge 4.55.</b>	Havuzlu sistemde L (parlaklık) değerlerine ait varyans analizi	61
<b>Çizelge 4.56.</b>	Havuzlu sistemde ortalama L (parlaklık) değerleri	61
<b>Çizelge 4.57.</b>	Havuzlu sistemde a değerlerine ait varyans analizi	62
<b>Çizelge 4.58.</b>	Havuzlu sistemde ortalama a değerleri	62
<b>Çizelge 4.59.</b>	Havuzlu sistemde b değerlerine ait varyans analizi	62
<b>Çizelge 4.60.</b>	Havuzlu sistemde ortalama b değerleri	63
<b>Çizelge 4.61.</b>	Tüplü sistemde kök uzunluğuna ait varyans analizi	64
<b>Çizelge 4.62.</b>	Tüplü sistemde ortalama kök uzunluğu değerleri	64
<b>Çizelge 4.63.</b>	Tüplü sistemde bitki uzunluğuna ait varyans analizi	64
<b>Çizelge 4.64.</b>	Tüplü sistemde ortalama bitki uzunluğu değerleri	65
<b>Çizelge 4.65.</b>	Tüplü sistemde gövde çapına ait varyans analizi	65
<b>Çizelge 4.66.</b>	Tüplü sistemde ortalama gövde çapı değerleri	66
<b>Çizelge 4.67.</b>	Tüplü sistemde kök boğazı çapına ait varyans analizi	66
<b>Çizelge 4.68.</b>	Tüplü sistemde ortalama kök boğazı çapı değerleri	66
<b>Çizelge 4.69.</b>	Tüplü sistemde bitki ağırlığı varyans analizi	67
<b>Çizelge 4.70.</b>	Tüplü sistemde ortalama bitki ağırlığı değerleri	67
<b>Çizelge 4.71.</b>	Tüplü sistemde kök ağırlığı varyans analizi	67
<b>Çizelge 4.72.</b>	Tüplü sistemde ortalama kök ağırlığı değerleri	68
<b>Çizelge 4.73.</b>	Tüplü sistemde pazarlanabilir bitki ağırlığı varyans analizi	68
<b>Çizelge 4.74.</b>	Tüplü sistemde ortalama pazarlanabilir bitki ağırlığı değerleri	68
<b>Çizelge 4.75.</b>	Tüplü sistemde yaprak alanına ait varyans analizi	69
<b>Çizelge 4.76.</b>	Tüplü sistemde ortalama yaprak alanı değerleri	69
<b>Çizelge 4.77.</b>	Tüplü sistemde taç genişliğine ait varyans analizi	69
<b>Çizelge 4.78.</b>	Tüplü sistemde ortalama taç genişliği değerleri	70
<b>Çizelge 4.79.</b>	Tüplü sistemde klorofil değerlerine ait varyans analizi	70
<b>Çizelge 4.80.</b>	Tüplü sistemde ortalama klorofil değerleri	70
<b>Çizelge 4.81.</b>	Tüplü sistemde Sçkm değerlerine ait varyans analizi	71
<b>Çizelge 4.82.</b>	Tüplü sistemde ortalama Sçkm değerleri	71
<b>Çizelge 4.83.</b>	Borulu sistemde yaprak sayısına ait varyans analizi	71
<b>Çizelge 4.84.</b>	Tüplü sistemde ortalama yaprak sayıları	72
<b>Çizelge 4.85.</b>	Tüplü sistemde L (parlaklık) değerlerine ait varyans analizi	72
<b>Çizelge 4.86.</b>	Tüplü sistemde ortalama L (parlaklık) değerleri	72
<b>Çizelge 4.87.</b>	Tüplü sistemde a değerlerine ait varyans analizi	73
<b>Çizelge 4.88.</b>	Tüplü sistemde ortalama a değerleri	73

<b>Çizelge 4.89.</b>	Tüplü sistemde b değerlerine ait varyans analizi	74
<b>Çizelge 4.90.</b>	Tüplü sistemde ortalama b değerleri	74
<b>Çizelge 4.91.</b>	Borulu sisteme ait korelasyon analizi	75
<b>Çizelge 4.92.</b>	Havuzlu sisteme ait korelasyon analizi	75



## ŞEKİL LİSTESİ

Şekil 1.1.	Bazı topraksız tarım uygulamaları	5
Şekil 1.2.	Topraksız tarım yöntemleri	13
Şekil 1.3.	Hidroponik sistemin elemanları	14
Şekil 1.4.	Durgun su kültürü	15
Şekil 1.5.	Akan su sistemi	17
Şekil 1.6.	Besleyici sisteminin şematik görünümü	19
Şekil 1.7.	Besleyici film tekniği uygulamaları	19
Şekil 1.8.	Derin su kültür sistemi	19
Şekil 1.9.	Aeroponik kültür yetiştiriciliği sisteminin şematik görünümü	20
Şekil 1.10.	Katlı akan su kültürü sistemi	21
Şekil 3.1.	Renkölçer	31
Şekil 3.2.	pH ölçer	32
Şekil 3.3.	Elektrik iletkenliği ölçüm cihazı	32
Şekil 3.4.	Yaprak alanı ölçüm cihazı	33
Şekil 3.5.	Tartı cihazı	33
Şekil 3.6.	Klorofil ölçüm cihazı	34
Şekil 3.7.	Refraktometre	34
Şekil 4.1.	Borulu sistem	37
Şekil 4.2.	Havuzlu sistem	52
Şekil 4.3.	Tüplü sistem	63

## KISALTMA VE SİMGELER

- FAO** : Food and Agriculture Organization of the United Nations  
**IFAD** : International Fund for Agricultural Development  
**MTA** : Maden Tetkik Arama  
**TÜİK** : Türkiye İstatistik Kurumu  
**WFP** : World Food Programme  
**WHO** : World Health Organization



## 1. GİRİŞ

Günümüzde, Hollanda başta olmak üzere İngiltere, Japonya, Yeni Zelanda, Kanada gibi ülkelerde seracılık faaliyetlerinde yaklaşık %90 oranlarında topraksız tarım yapılmaktadır.

Dünya üzerindeki sera üretimi yapan ülkeler 1970 yıllarında ortaya çıkan enerji krizinden sonra ikiye ayrılmışlardır. Kuzey iklim kuşağındaki ülkeler ısıtılmalı seralarda üretim yaparken, güney iklim kuşağındaki ülkemizin de içinde bulunduğu ülkelerde ise yapılan üretimin tamamı ekolojik şartlara bağlı hale gelmiştir.

Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü'nün (FAO) 2017 yılında yayınladığı "Gıda ve Tarımın Geleceği: Eğilimler ve Meydan Okumalar" başlıklı raporunda, insanoğlunun gelecekte kendini besleme yeteneğinin doğal kaynaklar üzerindeki yoğunlaşan baskılar, artan eşitsizlik ve iklim değişikliği nedeniyle ciddi tehlike altında olduğu uyarısında bulunulmuştur. Rapora göre 2050'li yıllarda dünya nüfusunun yaklaşık 10 milyara ulaşmasının beklendiği, ekonomik büyümenin normal seviyede gerçekleştiği bir durumda bu nüfus artışının tarımsal üretime olan ihtiyacı %50 oranında artıracığı vurgulanmaktadır. Bu raporda temel soru; gelecekte tarım ve gıda üretimlerinin bu hızlı artış karşısında dünya nüfusunun ihtiyaçlarını sürdürülebilir bir şekilde karşılayıp karşılamayacağıdır. Benzer vurgular, Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), International Fund for Agricultural Development (IFAD), United Nations International Children's Emergency Fund (UNICEF), World Food Programme (WFP), World Health Organization (WHO) ortaklığında 2017 yılında hazırlanan "Dünya'da Gıda Güvenliği ve Beslenme Durumu, Barış ve Güvenlik için Dayanıklılık İnşası" başlıklı raporda yer almaktadır. Raporda en son tahminlere göre, küresel açlığın 2016 yılında arttığı ve 2017 yılı itibariyle 815 milyon insanı etkilediği, dünyanın belirli bölgelerinde (Kuzeydoğu Nijerya, Somali, Yemen) açlıktaki artışın ileri seviyelere ulaştığı, 2016 yılında gıda güvenliğinin Afrika, Güneydoğu ve Batı Asya'nın bazı bölgelerinde hızlı şekilde bozulduğu, bu durumun kuraklık ve sel baskınlarıyla birleştiğinde daha fazla göze çarptığı vurgulanmaktadır. Dünyada toplam işlenebilir tarım alanlarının giderek toprak yönünden verimsizleşmesi, artan nüfus, gıda fiyatlarındaki artış ve küresel ısınma sebebiyle topraksız tarıma olan ilgi giderek artmaktadır.

Gelişmekte olan bir ülke olarak Türkiye’de ise, Türkiye İstatistik Kurumu (TUİK) verilerine göre, 1927 yılından 2017 yılına kadar ülke nüfusunun yaklaşık 6 kat artacağı ve 2050 yılı projeksiyonlarına göre ülke nüfusunun 98,8 milyon olacağı öngörülmektedir. Türkiye’de kentsel nüfus, dünyada olduğu gibi hızlı bir şekilde artmakta olup, 1927 yılında kentsel nüfus toplam nüfusun %24’ünü oluşturmakta iken, 2017 yılında %93’ ünü oluşturmaktadır. Türkiye’nin 2001-2017 yılları arası nüfus ve tarım alanları arasındaki veriler karşılaştırıldığında, nüfusun artışına karşılık tarım yapılabilir arazilerinin azaldığı görülmektedir. Verimli tarım arazilerinin kaybı, kalkınma planı raporlarında da dile getirilmiştir. Örneğin; Dokuzuncu Kalkınma Planı raporunun “2007-2013’te Plan Öncesi Dönemde Türkiye’de Ekonomik ve Sosyal Gelişmeler” bölümünde, son on yılda tarım dışı kalan yüksek verimli tarım alanlarının 1.26 milyon hektara ulaştığı bildirilmektedir. Tarım arazilerinin tarım dışı kullanımına yönelik istatistiklerde ise, Türkiye’de 1989-2010 yılları arasında toplam 827 bin hektar tarım arazisinin tarım dışı faaliyetlerde kullanılması için tahsis edildiği görülmektedir. Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı’nın 2011 yılında yaptığı bir çalışmaya göre, konuta 12.4 bin hektar, sanayiye 22.4 bin hektar, turizme 1.2 bin hektar, madencilğe 7.9 bin hektar ve ulaştırmaya 650 hektar olmak üzere 44.5 bin hektar tarım arazisinin tarımsal faaliyetlerden ayrıldığı görülmektedir

Ülkemiz, farklı ekolojik bölgelere sahip olduğundan, bir çok bahçe bitkileri ürününün yetiştirilmesine imkan sağlamaktadır. Örtüaltı yetiştiricilik de bu grup içerisinde önemli bir paya sahiptir. 78 milyon hektar alana sahip olan ülkemizde, tarım yapılan alanlar, toplam alan içinde %36’lık bir paya sahiptir. Tarım arazilerinin %68’inde tarla bitkileri yetiştiriciliği yapılırken, %13’ünde bahçe bitkileri yetiştiriciliği yapılmakta ve %19’luk kısım ise nadasa bırakılmaktadır.

Örtüaltı yetiştiriciliği, seralar ve alçak tünellerdeki yetiştiriciliği alanlarını ifade etmektedir. 1996-1997 yılı itibariyle ülkemizdeki toplam örtüaltı yetiştiricilik yapılan alanların 40 hektar olarak belirlenmiştir. Bu alanların %60.5’i (26 780 ha) alçak plastik tünel, geriye kalan %39.5’inde (17 510 ha) ise sera yetiştiriciliği yapılmaktadır. Ülkemizde, örtüaltı yetiştiriciliği ekolojik şartlara dayalı bir gelişim göstererek genellikle Akdeniz Bölgesi’nde yoğunlaşmıştır (Sevgican ve ark. 2000).

Alçak tüneller bitki sıra üzeri mesafeleri ortalama 60 cm yarıçaplı ve yarım daire iskeletlerin yerleştirilmesi ve üzerine genellikle plastik örtülerin örtülmesiyle oluşturulan yapılardır. Alçak plastik tünel altında yapılan yetiştiricilikte erkenci çeşitlerin yetiştirilmesi amaçlanmaktadır. Seralar ise ekolojik şartların elverişli olmadığı ve iklimin yetiştiricilik için elverişli olmadığı zamanlarda, ekonomik bir bitkisel üretim için gerekli olan gelişim ihtiyaçlarını sağlayabilen yapılardır (Eltez ve Tüzel, 2007).

Birim alanlardan yüksek verim alınmasını sağlayarak küçük alanların değerlendirilmesine olanak sağlayan örtüaltı yetiştiriciliği, aynı zamanda yıl içerisinde düzenli bir istihdam sağlaması nedeniyle önemli bir tarımsal faaliyet olmuştur. Türkiye sera üretimi açısından dünyada ilk 6 ülke arasında yer almaktadır (Kacira vd. 2004).

Topraksız tarımın Akdeniz ülkelerinde gelişmesiyle birlikte ülkemizde de 1995 yılından itibaren Antalya ilinden başlayarak yayılım göstermiştir. Toplam sera alanına oranla oldukça az olmasına rağmen kısa sürede artış göstermiştir. Topraksız tarım Antalya’da başlamış olmakla birlikte 2000’li yıllarda jeotermal alanların olduğu yere doğru artış göstermiştir. Bunun nedeni, seracılıkta ısıtma maliyetinin fazla olmasıdır. Bu durum ticari yapılan seracılıkta dikkate alınması gereken bir durumdur. Türkiye’de seraların ısıtılmasında kullanılacak en önemli yenilenebilir enerji kaynağı jeotermal enerjidir, ayrıca atık enerji (termik santraller, sanayi vb.) de umut vaat etmektedir. Ayrıca ülkemizde 2011 yılı Ocak ayı Maden Tetkik Arama (MTA) verilerine göre jeotermal enerjiyle ısıtılan sera alanları 2267 dekar olarak belirtilmiştir (Gül, 2012).

Seralarda tarımı yapılan ürünler genellikle sebzeler ve kesme çiçekçilik olarak karşımıza çıkmaktadır. Sebze türleri arasında da domates en çok tarımı yapılan bitkidir. Başta domates olmak üzere biber, patlıcan, salatalık, kavun ve kabak da tarımı yapılan ürünler arasında yer almaktadır. Ayrıca az miktarda fasulye, karpuz, marul, ıspanak, maydanoz, tere ve roka gibi ürünler de yetiştirilmektedir.

Yetiştirilecek ürünlerin seçimi öncesinde, bölgedeki üretici alışkanlıkları, pazar alanları, kullanılacak sera tipi ve iklim şartları ile toprak yapısı gibi faktörleri değerlendirmek gerekmektedir. Örnek olarak, İzmir’in Menderes Bölgesi daha çok salatalık yetiştiriciliğinde, Demre ise biber yetiştiriciliğinde, alıcıların tercih ettiği bölgelerdir. Bunun dışında Akdeniz Bölgesi’nde özellikle kıyı kesimlerinde hemen

hemen tüm ürünlerin yetiştiriciliği yapılmaktadır. Kesme çiçekçilikte ise gül, karanfil, lale, krizantem, orkide, liliüm, gerbera, frezya, glayör ve gipsofila öncelikli olarak yetiştirilen ürünlerdir. Son yıllarda kesme çiçek ihracatının artmasından dolayı yeni türlerin yetiştirilmesi planlanmaktadır. Bu bakımdan özellikle soğanlı çiçek türlerine talebin artması beklenmektedir.

Dünya nüfusunun hızla artması beraberinde beslenme ihtiyacını da artırmıştır. Dünya tarım alanlarının azalması insanları toprak tarımı haricindeki diğer üretim yöntemlerini gerçekleştirmelerine zemin hazırlamıştır. Bitki yetiştirmede gerekli olan ilk materyal topraktır. Fakat, su ve besin maddeleri gereksinimleri karşılandığında bitkiler toprak olmadan da yetiştirilmektedir. Topraksız bitki yetiştiriciliğinin eski uygarlıklar tarafından kullanıldığı bilinmektedir. Topraksız bitki yetiştiriciliğinin seralarda kullanımının başlangıcı 1930'lara dayanmakta olup, 1970'li yıllardan itibaren yaygınlaştığı görülmektedir. Kuzey Avrupa ülkelerinde 1950'li yıllardan sonra ticari önem kazanmıştır. 1960'lı yıllardan sonra plastiğin tarımda kullanımının artmasıyla birlikte örtü altı yetiştiricilik hızlı bir şekilde gelişim göstermiştir. Günümüzde özellikle seracılığın yaygın olduğu ülkelerde, topraksız bitki yetiştiriciliği artarak gelişim göstermektedir.

Hidroponik (hydroponics) ve topraksız tarım (soilless culture) terimleri birçok kaynaklarda eş anlamlı olarak kullanılmaktadır. Günümüzde hidroponik ve topraksız tarım terimlerinin eş anlamlı olmadığı hidroponiğin topraksız tarımın özel bir şekli olduğu bilinmektedir.

### **1.1. Topraksız Tarım**

Topraksız tarım, bitkinin ihtiyaç duyduğu su ve besin maddelerinin durgun veya akan besin eriyiklerinde kök bölgesine verilmesi ile gerçekleştirilen tarım şeklidir. Yetiştiricilik, su kültürü ve katı ortam kültürü olarak ikiye ayrılmaktadır. Ticari anlamdaki bitki yetiştiriciliğinde katı ortam kültürü yaygın olarak kullanılmaktadır. Ortam materyalleri organik, inorganik ve sentetik olarak gruplandırılmaktadır (Merdin, 2009).

Topraksız tarım büyük oranda seralarda kullanılan bir uygulamadır. Yapılan üretimlerde, yoğun tarım tekniklerinin ve toprağın yapısal özelliklerinden dolayı sera

içerisinde kullanılan topraklar kısa süre içerisinde kullanılamaz hale gelmektedir. Özellikle kış aylarının sıcak geçtiği bölgelerde toprakta kök-ur nematodları ile bazı toprak kaynaklı fungal ve bakteriyel hastalık etmenleri artmaktadır. Bunun sonucunda seralarda yapılan dezenfeksiyon işlemi çevre kirliliğine sebep olmakta ve beraberinde yüksek maliyeti getirmektedir. Topraksız yetiştiricilikte ise bu gibi olumsuzluklar oluşmamaktadır. Bunların dışında, besin elementlerinin fiksasyonu gibi olumsuzluklar olmadığı için verilecek besin maddesi daha az kullanılarak bitki besin elementlerinde de katlılık sağlanmaktadır. Toprak işlemeye gerek kalmadan tarımsal mücadele işlemleri daha kolay yapılmakta ve diğer yetiştirme yöntemlerine göre birim alandan daha fazla ve pazar kalitesinde verim sağlanmaktadır (Kahraman, 2012). Şekil 2.1’de ülkemizde uygulanan topraksız tarım seraları görülmektedir.



Şekil 1.1. Bazı topraksız tarım uygulamaları

Çok tartışılan bir konu olmasına rağmen topraksız tarım uygulamaları ile yetiştirilen bitkiler organik yetiştiricilik kapsamındadır. Her iki yetiştirme metodunun da birbirleriyle bağdaşmadığı noktalar olmasına rağmen, ortak olan özellikleri de bulunmaktadır. Hidroponik yetiştiricilikte her zaman ve yüzde 100 bulunması gereken

besin maddelerine dayalıdır. Uygulamalarda kullanılan tohum ve bitki besinleri organik ise ürün de organik olmaktadır. Hidroponik yetiştiricilikte kullanılan, günümüzde organik malzemelerden yapılmış farklı özellikte bitki besin elementi bulunmaktadır ve araştırmalar ilerledikçe daha fazla organik seçenek piyasaya sürülmektedir. Bitkilerin gelişmesini besin solüsyonu ile sağlamak, bitkilerin besin maddesi ve su ihtiyacını stres oluşturmadan sağlamak ve bunu en ekonomik şekilde gerçekleştirmek toprak tarımın temel amacı olarak tanımlanabilmektedir. Topraksız yetiştiricilikte, toprak kaybı, toprak yoğunluğu, hastalık, zararlı ve yabancı ot sorunu, aşırı gübre ve su tüketimi, enerji ve iş gücü tasarrufu sağlamak ve bunların sonucunda da daha kaliteli ürün elde etmek sağlanmaktadır.

Topraksız tarımda yetiştiriciliğin en iyi şekilde yapılabilmesi için seranın kurulumunun yapılacağı yerin yetiştiriciliğe uygun kriterlere sahip olması gerekmektedir. Bu kriterler suyun varlığı, elektriğin sürekli olarak sağlanması, uygun iklim şartlarının varlığı, jeotermal kaynakların varlığı ve yetiştirilen ürünlerin pazarlanması açısından kurulan seranın yola yakın olması gibi kriterleri sağlaması topraksız yetiştiriciliğin daha iyi bir şekilde yapılmasına imkan sağlamaktadır.

Yer seçiminde, iklim şartlarının dikkate alınması en önemli kriter olarak karşımıza çıkmaktadır. Kış mevsiminde don olayının yaşanmadığı, fırtına, rüzgar gibi hava olaylarının olmadığı yerler tercih edilmektedir. Daha çok çukur alanlarda kalan ve kışın ılık geçmesini sağlayan güney bölgeler tercih edilmektedir. Ayrıca denize, dere yataklarına yakın olan bölgeler ile sık sık sel olaylarına maruz kalan yerler tercih edilmemektedir. Seracılıkta uygun yer seçimi hem yetiştiricilik hem de ekonomik açıdan üreticiye kolaylık sağlamaktadır.

### **1.1.1. Topraksız Tarımın Seracılıkta Yaygınlaşması**

Seracılık faaliyetlerinde topraksız tarımın giderek yaygınlaşmasının nedenleri başında, sera içerisinde kullanılan toprağın kaybı ve yorgunluğu, hastalık, zararlı ve yabancı ot sorunlarının fazla düzeyde olması, gübre ve suyun fazla miktarlarda kullanılması olarak sayılabilmektedir.

### **1.1.2. Toprak Kaybı ve Toprak Yorgunluğu**

Dünyada hızla artan nüfus artışı ve bununla birlikte beslenme ihtiyacının artması tarım yapılacak alanların git gide azalmasına sebep olmuştur. İnsanların barınma ihtiyaçları nedeniyle inşaat sektöründeki artış, turizm sektörü için arazilerin çokça kullanılması, erozyon ve çoraklaşma gibi olaylar sebebiyle tarım alanlarının her geçen gün azalmakta olması üreticiyi sera yetiştiriciliğine yöneltmektedir. Yıl içerisinde aynı ürünün yetiştirilmesi toprak yorgunluğuna neden olmaktadır. Toprak yorgunluğunun giderilmesi için ya sera toprağının değiştirilmesi ya da farklı ürünler yetiştirilerek (ekim nöbeti) uygulamasıyla bu sorun giderilebilmektedir. Ama yapılan bu uygulamalar üretici açısından pratik ve ekonomik olmamaktadır.

### **1.1.3. Hastalık, Zararlı ve Yabancı Ot Sorunu**

Seralarda sıcaklık ve nemin yüksek olması ve havalandırmanın yeterli düzeyde olmaması durumlarında hastalık ve zararlıların oluşması daha kolay olmaktadır. Ayrıca seralarda hastalık ve zararlı etmenleri yağmur veya don gibi etmenlerle yok edilememektedir. Seralarda sürekli aynı ürün yetiştiriciliği yapıldığı için, hastalık, zararlı etmenleri ve nematodlarda artış görülmektedir.

### **1.1.4. Aşırı Gübre Tüketimi**

Topraklı tarımda yapılan yetiştiricilikteki gübre tüketimi üretici açısından yüksek maliyetli bir girdi olmaktadır. Gübrenin aşırı ve bilinçsiz bir şekilde kullanılması toprağı, suyu ve doğayı kirletmektedir. Sera topraklarının yağmur suyuyla yıkanma olasılığı olmadığı için tuzluluk oranı normal toprağa göre çok daha fazla olduğu görülmektedir. Bu durumdan dolayı sera toprakları daha kısa sürede verimsiz hale gelmektedir.

### **1.1.5. Aşırı Su Tüketimi**

Topraklı tarımda kullanılan su miktarı topraksız tarımda kullanılanlara göre çok daha fazla olmaktadır. Bunun nedeni verilen suyun toprağın alt tabakalarına kadar sızması ve suyun daha fazla buharlaşmasından kaynaklanmaktadır.

### 1.1.6. Enerji ve İşgücü Maliyetleri

Topraklı tarımda yapılan üretimde toprak hazırlığından başlanarak hasada kadar olan süreç (toprağı ekim-dikime hazırlanma, çapalama, sulama, gübreleme, yabancı ot kontrolü ve bitki gelişim sürecindeki diğer işlemler) işgücü gerektirmektedir. İşgücüyle birlikte tarımda kullanılan traktör ve alet-ekipmanın çalıştırılması için enerjiye ihtiyaç duyulmaktadır. Tüm bu işlemler işletmelere fazladan maliyet getirmektedir. Topraksız yetiştiriciliğin yaygınlaşmasıyla tarıma uygun olmayan topraklar değerlendirilerek yetiştiricilik yapılmaktadır. Bitkinin hasada kadar olan süreçteki bütün işlemler kontrol edilebildiği için işgücü ve enerji tasarrufu yapılabilmektedir.

Topraksız tarımın genel olarak kurulum maliyetinin nedeni, dış ortamda kurulması durumunda olumsuz çevre şartlarından etkilenmesi ve zarar görmesi durumlarını önlemek için sera içinde yapılmasından kaynaklanmaktadır. Bunun yanında üretimin yıl boyunca sürdürülebilmesi için de seralarda yapılması uygun olmaktadır. Fakat sadece seralarda kurulması gibi bir zorunluluk bulunmamaktadır.

### 1.1.7. Topraksız Tarımın Tercih Nedenleri

Geleneksel tarımda bitkilere verilen su toprakta sızma, buharlaşma veya toprakta tutulması nedeniyle gereğinden fazla kullanılmaktadır. Topraksız tarımda verilen su miktarının ölçülebilir olması ve ayrıca kontrollünün sağlanabilir olduğundan, su israfı olmamaktadır. Dengeli bir beslenme ve ham madde farklılığından dolayı bitkilerden çok fazla verim alınmaktadır. Topraklı tarıma göre gerekli besin elementleri zamanında ve istenilen miktarlarda verildiğinden dolayı daha fazla ürün elde edilmektedir.

Geleneksel tarım uygulamaları için iş gücü yerine daha teknolojik ve otomasyon ağırlıklı sistemler kullanıldığı için elde edilen kazanç miktarı azalmaktadır. Topraksız yetiştirmede bitkilerin ihtiyaç duyduğu besin elementleri klasik yetiştiriciliğe göre daha sistemli ve kontrollü bir şekilde sağlanabilmektedir. Böylece bitkinin ihtiyaç duyduğu tüm elementler istenilen düzeyde sağlanabilir ve yetiştirme alanının tamamında gerekli olan besin elementleri aynı oranda bulunmaktadır. Böylelikle kök bölgesinin pH'ı kontrol edilebilir ve gerekli besin elementlerinin alımı istenilen düzeyde gerçekleştirilmektedir. Topraksız tarımda bitki kök bölgesinde tuz birikimi ve elementlerin birikimi gibi istenmeyen sonuçlarla karşılaşılma olasılığı azaltılmaktadır.

Topraksız tarımda bitkinin ihtiyaç duyduğu besin elementleri kontrol altına alındığı için verimde kalite artışı sağlanmaktadır.

Yapılan bazı çalışmalarda topraksız tarımda bitkilerin kontrollü bir şekilde beslenmesi ile domateste meyve miktarının ve ürün kalitesinin arttığı saptanmıştır (Eltez ve Tüzel, 2007). Yine aynı şekilde, Ülkemizde yapılan bir çalışmada kavun meyvesinde suda erir kuru madde miktarının %8'in üzerinde olması gerekirken bu oranın topraksız yetiştiricilikte %9.7 - %12.6 arasında olduğu ve toprakta yetiştirilen kavunlarda ise %10.6 olduğu saptanmıştır.

Topraksız tarımda sulamanın kolaylaşmasıyla birlikte farklı teknikler ortaya çıkmaktadır. Bu teknikler su kültürü ve katı ortam kültürüdür. Su kültüründe, sulama zamanı ve sulama miktarı önemli değilken, katı ortam kültüründe ise sulama toprakta yapılan yetiştiriciliğe göre daha fazla (damlatıcı tipi, sulama sıklığı, sulama miktarı vb.) önem gerektirmektedir. Topraksız tarımda bitki kök bölgesindeki nemin sürekli sağlanmasıyla iyi bir yetiştiricilik gerçekleştirilmiş olmaktadır.

Topraklı yetiştiricilikle, her üretim sezonunda ortamların değiştirilmesiyle sterilizasyon işlemine ihtiyaç duyulmaktadır. Bundan dolayı topraksız tarımın en önemli avantajı geleneksel tarımda rutin bir işlem olan toprak dezenfeksiyonu ihtiyacını ortadan kaldırması, azaltması ve kolaylaştırmasıdır. Bu avantaj su kültürü yetiştiriciliğinde daha fazladır

#### **1.1.8. Topraksız Tarımın Avantajları**

Steril ve daha aromatik ürünleri yetiştirme imkânının dışında, gübreleme, ilaçlama, aşırı sulama gibi faktörlere gerek duyulmayan topraksız tarım uygulamalarında, başta sebzeler olmak üzere tıbbi ve aromatik bitkiler ve yumru kök içermeyen yeşillikler daha sağlıklı bir şekilde yetiştirilebilmekte ve hastalıklar asgari düzeylere indirilebilmektedir. Topraksız tarımın avantajları:

- Enerji ve işgücü tasarrufu sağlamaktadır.
- Toprağın dezenfeksiyon ihtiyacını ortadan kaldırarak toprağın kirlenmesinin önüne geçilmektedir.

- Topraklı tarıma göre alandan tasarruf sağlanmakta ve birim alandan daha fazla ürün elde edilmektedir.
- Yüksek miktarda üretim ve gelir elde edilmektedir.
- Yetiştiricilik için verimli topraklar gerektirmediği için atıl ve verimsiz durumdaki topraklar değerlendirilmiş olmaktadır.
- Kontrollü yetiştiricilik olanağı sağlamakta ve steril edilen substratların tekrar kullanılmasına imkân vermektedir.
- Bitki köklerinin daha iyi havalanma imkanı sağlayarak bitkilerin hastalıklarla daha az karşılaşmasını sağlamaktadır.
- Topraksız tarıma göre alan ve gübre tasarrufu sağlamaktadır.
- Bitkilerin kontrollü bir şekilde besin elementleri alması sağlanarak, bitkinin su stresi yaşamamasının önüne geçilmektedir.
- Ürünlerin besin değerleri ve ph konsantrasyonu belirlenmesi daha kolaydır. Bitki besin elementlerinin bitkiye verilmesi kontrollü bir şekilde yapılmakta ve bu sayede besin elementleri dengesi sağlanmaktadır.
- Yetiştirilen ürünler ve meyve kalitesi daha iyi olmaktadır. Bu da üreticiye iyi bir pazar imkanı sunmaktadır.
- Yetiştirilen ürünlerin yıl boyu üretimi mümkün olmaktadır. Yetiştiriciliğin kontrol edilebilmesinden dolayı erkenci ürünün piyasaya sunulma imkanı sağlamaktadır.
- Üretimin yıl boyu olması nedeniyle gıda sanayisinin gelişmesini sağlamaktadır.
- Bitkinin yetiştirme süreci kontrol edilebildiğinden üretimde herhangi bir gecikme yaşanmamaktadır.

### **1.1.9. Topraksız Tarımın Dezavantajları**

- Kurulum maliyeti diğer yetiştiricilik sistemlerine göre daha yüksek olmaktadır.
- Topraksız tarımda kullanılan teknolojilerin yeni bilgiler gerektirmektedir.
- Topraksız tarım yetiştiriciliğini bilenler az olmaktadır.
- Sistemin sürekli olarak takip edilmesi gerekmektedir.
- Enerji kullanım maliyeti (jeotermal enerjinin olmadığı yerlerde) yüksek olmaktadır.

- Bazı ürünlerin (yumru bitkiler vb) yetiştirilmesi topraksız tarıma uygun olmamaktadır.

#### **1.1.10. Topraksız Tarımın Ekonomik Yönleri**

Son yıllardaki gıda fiyatlarındaki %50'nin üzerindeki artış nedeniyle dünya tarıma olan ilgisinde büyük oranda bir artış yaşanmıştır. Bu artış, gelişmiş ülkelerdeki bilim insanlarını ve girişimcilerini harekete geçirmiştir. Türkiye de, dünyada yaşanan gelişmeleri yeni teknolojileri ve sistemleri yakından takip etmektedir. Türkiye, tarım açısından talihli ülkeler arasındadır. Ancak miras yoluyla bölünmüş araziler, erozyon ve kuraklık, tarımın gelişmesini sekteye uğratmaktadır. Türkiye'nin toprak verimliliğinin, son 10 yılda yüzde 23 azaldığı yapılan araştırmalarla ortaya konmuştur. Bu durum dikkate alınarak tarım sektöründeki yeni gelişme gösteren topraksız tarım uygulamaları günümüzün ve geleceğin yatırım alanı olması sebebiyle hızla zirveye taşınmaktadır. Topraksız tarım, diğer adıyla "hidroponik yetiştiricilik", dünyada 100 milyar dolarlık ticari bir hacme ulaşmış ve Türkiye'de ise 2000 civarında serada bu teknikler kullanılmaktadır.

Topraksız tarım uygulamalarının en fazla tercih ülkelerin başında Hollanda, Belçika, İngiltere ve Japonya gelmektedir. Bu ülkelerin seralarının yüzde 95'inde topraksız tarım uygulamaları yapılmaktadır. Son yıllarda, Türkiye'de ise yatırımcılar bu alana yönelmişlerdir. Türkiye'deki toplam 48 bin hektar seranın yaklaşık 4 bin dönümünde, topraksız tarım uygulamaları yapılmaktadır. Topraksız tarım yöntemlerinde verim, geleneksel tarım uygulamalarına oranla beş kat daha fazla olmaktadır. Hareketli su kültürü ile yapılan topraksız tarım uygulamalarıyla bir tohumdan 16 bin tane domates, yaklaşık bir dekardan ise 80 ton ürün elde edilmektedir. Topraksız tarımda hormon ve ilaç kullanılmaması ve bunun sonucu olarak meyve üzerinde kalıntı olmamasından dolayı tüketici tarafından talep görmekte ve üreticiyi de topraksız yetiştiriciliğe yönlentmektedir. Ürünün pazarlanması sürecinde fiyatın yüksek olmasından dolayı iç ve dış pazarda hiçbir sıkıntı yaşanmamaktadır. Üretilen ürünlerin Avrupa standartlarında olmasından dolayı Avrupa pazarlarına, Rusya'ya, Arap ülkelerine ihraç edilmektedir

Son yıllarda, Ülkemizde farklı alanlara yatırım yapmak isteyen girişimciler için topraksız tarım ilgi odağı olmaktadır. Diğer sektörlerde istenilen kar seviyesine ulaşamayan girişimciler rotalarını tarım sektörüne doğru çevirmektedirler. Tarıma olan ilginin bu şekilde artması üretici ve tüketiciyi olumlu yönde etkilemekte ve bu etki de ülkemizi tarım konusunda istenilen seviyeye getirmek için önemli bir adım olarak değerlendirilmektedir. Ülkemiz iklim koşullarının tarıma uygun olması ve farklı iklim özelliklerinin aynı dönemde yaşanması sebebiyle tarım ürünleri çeşitliliği oldukça fazla ve ürün kalitesi de istenilen düzeyde olmaktadır. Ülkemiz, yetiştirilen tarım ürünlerinin bir kısmını da dış pazarda satmaktadır. Bu ülke ekonomisine katkı sağlamakta ve tarıma olan ilginin de istenilen düzeye ulaşmasına katkı sunmaktadır. Dünyada tarımla ilgili ülkelere baktığımızda ekonomilerinin daha güçlü olduğu ve istihdam alanlarının daha geniş olduğu görülmektedir. Bundan dolayı, birçok ülke yöneticileri tarım konusunda üreticiye sınırsız destek vermekte ve üreticisi için gerek iç pazarda gerekse dış pazarda ürünlerini pazarlama imkânı sunmaktadır. Ülkemizde son yıllarda verilen teşvikler, üreticileri daha rahat bir şekilde üretim yapmaya teşvik etmiştir. Son yıllarda tarımın gözdesi olan topraksız tarım birim alandan daha fazla ürün elde edilmesi, yetiştirme süresinin kısa olması, hastalık zararlı riskinin az olması ve ürün kalitesinin daha fazla olması nedeniyle üreticinin topraksız tarıma olan talebini arttırmıştır. Topraksız tarım dünyada olduğu gibi ülkemizde de hızla artmaktadır. Ülkemizde topraksız tarım daha çok belirli bölgelerde artmaktadır. Bu belirli bölgeler daha çok ülkemizin kıyı şeridindeki bölgelerdir. Kıyı şeridindeki bölgeleri diğer bölgelerden ayıran en önemli özelliğin ikliminin ılıman olması ve jeotermal enerji kaynaklarına sahip olmasıdır. Akdeniz ve Ege bölgelerinin bu özelliğinden dolayı bu bölgelerde topraksız tarım hızla artmaktadır. Bu bölgelerde üreticilerin artık geleneksel seralardan koparak topraksız tarıma uygun olan modern seralara geçiş yaptıkları görülmektedir. Topraksız tarım seralarına geçiş yapan üretici sayısında artış gözlenmektedir. Bu gözlenen artış ülkemizi tarım konusunda yakın zamanda istenilen konuma ulaştıracaktır. Bu da ülkemiz ekonomisine önemli katkı sağlayacaktır.

Türkiye’de seracılık faaliyetlerinin başladığı yer olarak kabul edilen Antalya’nın Kumluca ilçesi, topraksız tarımda lider konuma gelmiştir. Kumluca, Ülkemizin, kışlık sebze ihtiyacının yaklaşık %40 ‘ını karşılamaktadır. Kumluca’da topraksız tarım yapan

birçok büyük sera bulunmaktadır. Kumluca'nın 55 bin dönüm arazisinin olduğu ve bu arazilerde kurulan seraların büyüklüğünün 100 bin dönüme ulaştığı belirtilmektedir.

## 1.2. Topraksız Tarım Yöntemleri

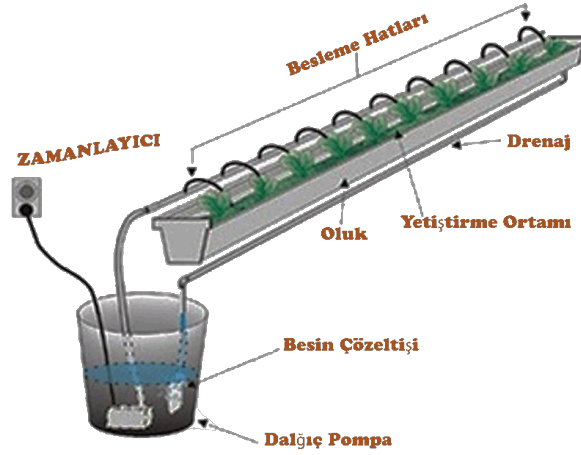
Topraksız tarım yöntemleri Şekil 3.1'de şematik olarak görülmektedir. Topraksız tarım yöntemleri ana hatlarıyla, su kültürü ve katı ortam kültürü olarak ayrılmaktadır.



Şekil 1.2. Topraksız tarım yöntemleri

### 1.2.1. Su (Solüsyon=Hidroponik) Kültürü

Bitkilerin, katı bir ortam içermeyen yapılarda özel bitki besin maddeleri içerisinde veya bu besin maddelerinin belirli aralıklarla bitki köklerine püskürtülmesi ile yetiştirilmesi yöntemidir. Su kültüründe suyun yeterli miktarda ve kaliteli olması dikkat edilmesi gereken en önemli unsurdur. Akarsulardan ve derin kuyulardan elde edilen su kullanılabilirliği gibi yağmur suları da kullanılabilir. Yağmur suyunun topraksız yetiştiricilikte kullanılması ideal bir yöntem olarak karşımıza çıkmaktadır. Şekil 3.2'de basit bir hidroponik sistemin elemanları görülmektedir.



Şekil 1.3. Hidroponik sistemin elemanları (Anonim, 2021a)

Hidroponik sistemler açık ve kapalı sistemler olarak da sınıflandırılmaktadır. Açık sistemde, besin maddeleri bitki köklerine bir kez verilmekte ve yeniden kullanılmamaktadır. Kapalı sistemde ise, fazla besin maddeleri yeniden toplanmakta ve dolaştırılmaktadır.

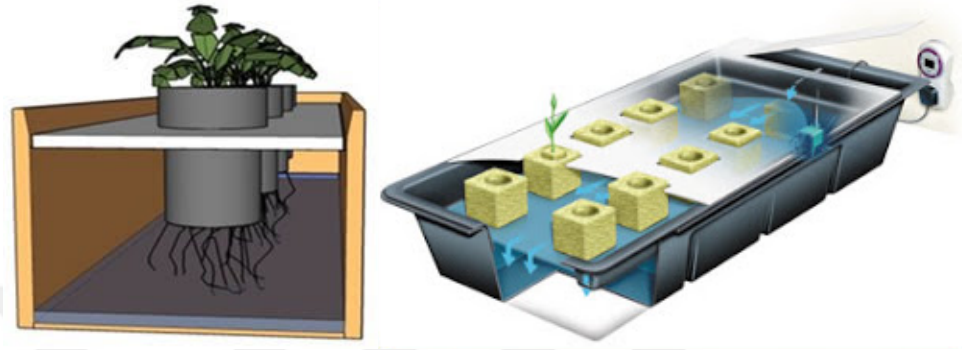
### 1.2.2. Durgun Su Kültürü

Su kültüründe hazırlanmış besin eriyiklerinde/çözeltilerinde (katı ortam olmadan) yetiştiricilik yapılmasına “Durgun Su Kültürü” denilmektedir. 1800’lü yıllardan başlanarak temel bitki besin elementlerinin belirlenmesine yönelik çalışmalarda kullanılmaya başlanmıştır (Sevgican, 1999; Gül, 2008). Durgun su yönteminin uygulanabilmesi için;

- Bu sisteme uygun kök sistemi olan bitkilerin seçilmesi
- Besin çözeltisinin uygun olup olmadığına
- Besin çözeltisinin sürekli bir havalandırma tüpü ve pompası yardımıyla havalandırılmasına ihtiyaç duyulmaktadır.

Yetiştiricilik yapılan ortamların üzerinin ışık geçirmeyecek şekilde kapatılması ve çözeltinin belli aralıklarla (7-14 gün) değiştirilmesi gerekmektedir. Bitki büyüdükçe çözelti daha sık değiştirilmektedir. Çözeltinin havalanma sorunu nedeniyle kullanımı

pek gelişim gösterememiştir. Günümüzde kullanılan Ebb-Flow (Gel-Git) yöntemiyle besin madde miktarını pompa ile artırıp-azaltma sistemine dayanmaktadır. Böylece bitkinin kökleri için oksijence zengin bir ortam elde edilmiştir. Şekil 3.3’de durgun su sistemi görülmektedir.



Şekil 1.4. Durgun su kültürü (Anonim, 2021a)

Su kültüründe sağlıklı bir yetiştiricilik yapılabilmesi için sistemin belirli aralıklarla havalandırılması gerekmektedir. Havalandırma işlemi; havalandırma pompası veya havalandırma borusunun ucuna havalandırma taşı takılarak yapılmalıdır. Havalandırmanın olmadığı sistemlerde ise pompa veya taştan oluşan sistem olmadığı için bu sistemler ticari üretimde kullanılmamaktadır.

Topraksız yetiştiricilik üretim şekilleri arasında basit ve ucuz bir yöntem olması nedeniyle kullanılan en eski yöntemlerden biri olan durgun su kültürü havalandırmasız ve havalandırılmalı olarak iki şekilde uygulanmaktadır.

#### 1.2.2.1. Havalandırmasız Su Kültürü

Günümüzde üretim amaçlı kullanımından ziyade, genellikle bitki besleme ile ilgili kısa süreli bilimsel çalışmalarda kullanılmaktadır. Çözeltinin ışık almaması ve sıcaklık değişimleri engellenerek yosunlaşmanın önüne geçilmektedir. Hazırlanan besin eriyikleri tank, küvet ve bunlara benzer oluşturulan yapıların içine üstten 5-10 cm boşluk kalacak şekilde yerleştirilmektedir. Bu sistemin üzerine strafor veya benzeri yapılar konulup, fideler kökleri suya değecek şekilde yerleştirilmektedir. Besin

eriyikleri ortalama (5-10 gün) aralığında değiştirilmektedir. Bitki fide halindeyken bu süre daha uzun, bitki büyüdükçe daha da kısaltılmaktadır (Sevgican, 1999; Gül, 2008).

### 1.2.2.2. Havalandırılmalı Su Kültürü

Bu sistemde derinliği 25-30 cm ola tekne, küvet ve benzeri yapılar kullanılarak üzerine delikler açılmış bir platform üzerine bitkiler dikilerek besin eriyiği üzerine yerleştirilmektedir. Bu sistemde bir pompa yardımıyla her gün bitkinin havalandırılması sağlanmaktadır. Havalandırma ile bitki kökleri oksijen almakta ve köklerde oluşabilecek çürümenin önüne geçilmektedir. Üretimin doğru ve eksiksiz bir şekilde yapılabilmesi için besin eriyiği ortalama 5-10 gün aralıklarla değiştirilmekte ve ışık ile temas etmesi engellenmektedir. Ayrıca bitkinin karşılaşabileceği hastalıkları da kontrol edilmektedir.

Durgun su kültürü ile yetiştiricilikte en önemli sorun olan “çözeltinin havalandırılması” ile ilgili yöntemlerden biri de ‘gel-git’ sisteminde pompanın belirli bir süre çalıştırılarak besin çözeltisinin istenilen seviyeye kadar dolması sağlanmakta ve sonrasında pompa devre dışı bırakılarak çözelti depoya geri döndürülerek bitki köklerinin bulunduğu ortamın oksijence zenginleşmesi sağlanmaktadır (Gül, 2008).

### 1.2.3. Akan Su Kültürü

Bitki kök bölgesine besin maddelerinin devamlı bir şekilde veya belirli aralıklarla verildiği ve kapalı sistem içerisinde borulara aktararak bitkilerin yetiştirilmesi sistemidir. Besleyici film tekniği (NFT) ve derin su kültürü olarak iki başlık altında toplanır. Şekil 3.4.’de akan su sistemi görülmektedir.



Şekil 1.5. Akan su sistemi

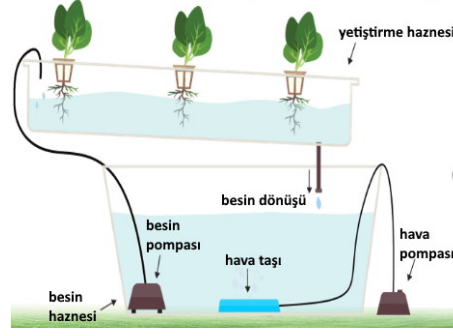
### 1.2.3.1. Besleyici Film Tekniği

Bu sistemde, bitkilerin su, besin maddesi ve oksijen gereksinimini karşılamak üzere besin maddeleri, kökler boyunca birkaç mm derinliğinde ve yüzeysel bir akış olacak şekilde uygulanmaktadır. Bitki köklerinin geliştiği ve bitki besin maddelerinin aktığı kanallara, besin maddeleri ile bunu sisteme veren ve tekrar toplayan borulara ve tanklara ihtiyaç duyulmaktadır. Besin maddeleri devamlı veya belirli aralıklarla verilmektedir. Bitki besin maddelerini uygulamak ve içeriğinin devamlı kontrolü için sistemin otomasyonunun sağlanması gerekmektedir (Seymour, 1993). Elektriğin kesilmesi gibi, su ve besin maddelerinin akışını etkileyen olumsuzluklar yetiştirilen bitkileri oldukça etkilemektedir. Sistem, gelişmiş ülkelerde yaygın olup, sistemin ilk yatırımı oldukça yüksek olmaktadır.

Besleyici film tekniği 1970'li yıllarda İngiltere'de Allan Cooper tarafından geliştirilmiştir. Bitkilerin ihtiyacı olan besin elementleri, su ve oksijeni karşılamak için oluşturulan (1-2mm) derinliğindeki besin eriyiğinde bitkinin kök uçlarının hareketlendirilmesine dayanan bir sistemdir. Kolay ve ucuz kurulumundan dolayı tercih edilen bir sistemdir. Bu sistemde su ince bir tabaka halinde bitki kökleri boyunca hareket ettirilmektedir (Copper, 1982; Gül, 2008). Bu teknikte çözeltinin içinde bulunduğu tank veya depoların içine hareketi sağlayan boru ve kanallar yerleştirilmektedir.

Besleyici film tekniği (NFT), kanallarının tabanında kapiler hasırlar genç kök sisteminin çevresindeki çözelti akıntılarının dalgalanmasını önlemek için kullanılmaktadır. Akış kesildiğinde, hasır, suyu ve besinleri tutarak stok görevi de görmektedir. NFT sistemlerinde, tek sıralı bitki yetiştiriciliğinde 15–30 cm, çift sıralı bitki yetiştiriciliğinde ise 30–38 cm veya daha geniş kanallar kullanılmaktadır. Kanal uzunlukları genellikle azami 4–10 m, eğimleri ise 1/50 veya 1/75 olmaktadır. Besin maddeleri her kanalın yüksek ucundan pompalanarak alttaki uca doğru akıtılarak bitkinin kök hasırını ıslatmaktadır. Kanallardaki akış hızı genellikle 1–2 l/dak olmaktadır. Bitkinin kanal içerisindeki besin çözeltisinden tam olarak yararlanabilmesi ve çözeltinin boşa akmasını engellemek için kanalların içerisine keçe ve benzeri yapıdaki malzemeler yerleştirilmektedir. Ayrıca oluşturulan yetiştirme ortamları ışık almayacak ve çözelti sıcaklığını koruyabilecek şekilde hazırlanmaktadır. Örneğin; domates yetiştirmek için ideal çözelti sıcaklığının 20-25 °C 'de olması verimi ve büyümeyi artırmıştır. Çözelti sıcaklığının marulda 16-18 °C, hıyarda ise 20 °C'nin üzerinde olması gerekmektedir. Bu sistemde hastalık etmenleri kolayca taşınabildiği için hastalıklarla mücadele etkin yapılmaktadır. Özellikle sıcak iklim bölgelerinde, Pythium (Çökerten) mantar enfeksiyonu ciddi bir sorun olarak karşımıza çıkmaktadır. Bundan dolayı çözelti ve bitki kök bölgesinin sıcaklığını uygun düzeyde tutabilmek çok önemli olmaktadır (Jones, 1993).

Bu yetiştirme uygulamalarında fideler, yetiştirme ortamıyla birlikte kanalı oluşturacak levhanın ortasına yerleştirilir. Levhanın her iki ucu fidelerin tabanına doğru çekilip buharlaşmayı engellemek için birbirine sabitlenir. Böylelikle fide yetiştirme ortamında bitkiler daha küçükken gerekli olan besinleri tutmasına yardımcı olmaktadır. Bitkiler büyüdüğünde ise kanal içinde hasır şeklinde yayılarak kökleri aracılığı ile besinleri doğrudan alır. Besin çözeltisi kanalın alt ucuna toplanarak besin çözeltisi tankına dolmaktadır. Çözelti yeniden sisteme verilmeden önce tuz bakımından incelenmektedir. Besleyici film tekniği (NFT) uygulamalarında hızlı büyüyen bitkilerin devrilmemesi için bitkilere mutlaka gerekli destek sağlanmalıdır. Şekil 3.5'de NFT sisteminin elemanları, Şekil 3.6'da besleyici film tekniği uygulamaları görülmektedir.



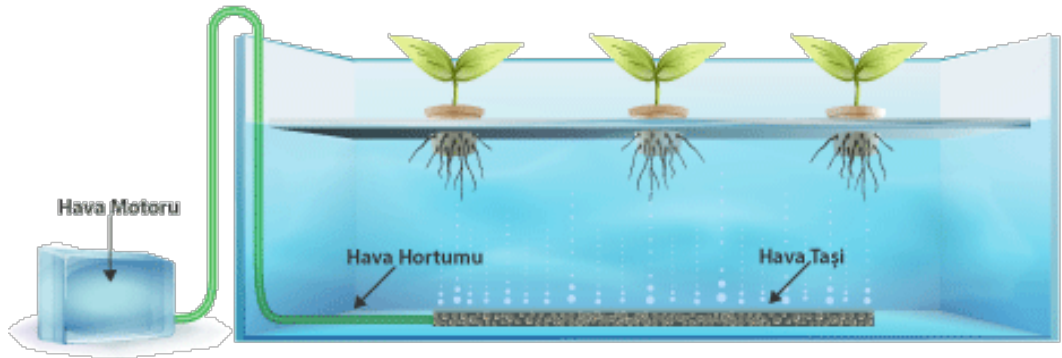
Şekil 1.6. Besleyici sisteminin şematik görünümü (Anonim, 2021b)



Şekil 1.7. Besleyici film tekniği uygulamaları

### 1.2.3.2. Derin Su Kültürü

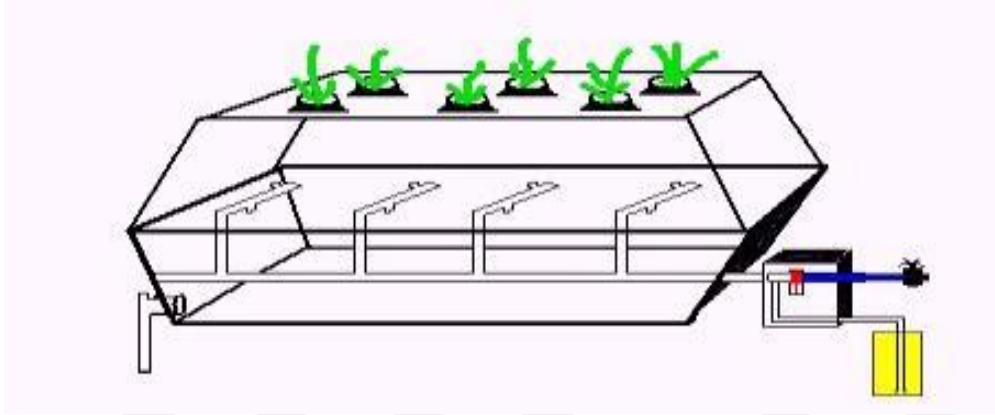
Bu sistemde bitkilerin kökleri kanalın dibinde değil, akan derin solüsyona kök uçları temas edecek şekilde yerleştirilmektedir. Kökler uzadıkça, solüsyonun derinliği de azaltılmaktadır (Donan, 1998). Şekil 3.7’de derin su kültür sistemi görülmektedir.



Şekil 1.8. Derin su kültür sistemi (Anonim 2021c)

### 1.2.4. Aeroponik Kültürü

Aeroponik yetiştiricilik, bitkinin köklerine besin solüsyonlarının sürekli veya belirli aralıklarla, sis veya buhar şeklinde püskürtülmesiyle yapılan topraksız kültür yöntemidir. Ticari üretimde kullanımı yaygın değildir. Aeroponik (besin eriyiği sisi) kelimesi, Yunanca da aero (hava) ve ponos (işgücü) anlamlarında kullanılan kelimelerden türetilmiştir. (Seymour,1993). Şekil 3.8’de aeroponik kültür yetiştiriciliği sisteminin şematik görüntüsü verilmiştir.

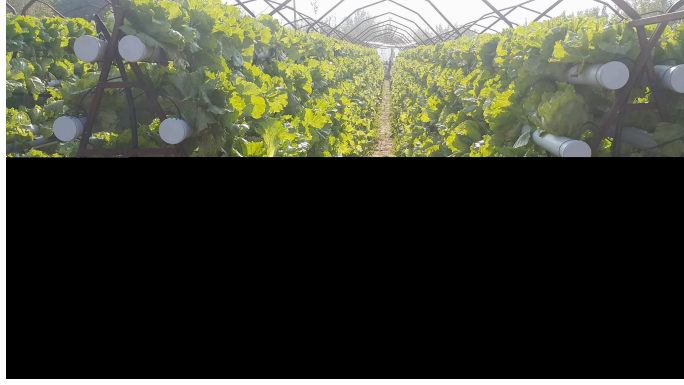


Şekil 1.9. Aeroponik kültür yetiştiriciliği sisteminin şematik görünümü

Diğer topraksız kültür yetiştiricilik yöntemlerine göre daha ucuz, pratik ve kolay uygulanabilen bir sistemdir. Sistem gübre kullanımında daha avantajlı ve daha düşük kalitede sular da bu sistemde kullanılabildiği için suyun az olduğu bölgelerde daha fazla tercih edilmektedir. Besin çözeltisinin bitki köklerine aralıklı veya aralıksız şekilde verilen sistemdir. Bitkinin gelişimini sağlıklı bir şekilde tamamlayabilmesi için kök bölgesinde oksijen olması gerekmektedir. Su ve besin hava ile karıştırılarak bitki kök bölgesine damlacıklar halinde püskürtülmektedir. Bu uygulamada sisin özelliği ve frekansı önemlidir.

Sistem ışık geçirmeyecek şekilde besin çözeltisinin depolandığı bir tank içerisinde sisleme düzeneği ile kurulabilir. Ticari yetiştiricilikte bitkinin ihtiyaç duyduğu besin elementlerini önceden belirleyen modern sistemler kullanılmaktadır. Bu sistemlerin dışında katlı akan su kültürü sistemi de bulunmaktadır. Fakat dünyada ve

ülkemizde kullanımı henüz çok yaygın değildir. Şekil 3.9’da sistemin görünümü verilmiştir.



**Şekil 1.10.** Katlı akan su kültürü sistemi (Anonim, 2021c)



## 2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Çılgın (2019), yaptığı çalışmada yedikule tipi salata (*Lactuca sativa* L. var. *longifolia*) çeşidi olan Manavert fidelerini kullanarak, dönen katlı sistem (Mechaponic Sistem) ve Besleyici Film Tekniği (NFT) ile toprakta yetiştiricilik sistemlerinin etkinliklerini karşılaştırılarak belirlemiştir. 70. günde başlar hasat edilerek verim değerleri, baş ve bazı kalite özellikleri saptanmıştır. Denemelerin sonunda en yüksek verim (25.5 kg/m<sup>2</sup> ve 76 bitki/m<sup>2</sup>) dönen katlı sistemde elde edilirken bunu geleneksel yetiştiricilik ve Besleyici film tekniği sistemi takip etmiştir. Diğer sistemlere göre birim alandaki bitki sayısının azlığı sebebiyle besleyici film tekniği yetiştiriciliğinde doğal olarak pazarlanma parametreleri bakımından en yüksek değerlere ulaşılmıştır. Araştırmacı denemenin sonucunda dönen katlı sistem yıl boyu üretim olanağının olması, iş yükünün az olması ve atık suyun azlığı gibi avantajlarının olması ve bunun yanında verim ve kalite değerlerinin yüksek olmasından dolayı maliyet düşürücü çalışmaların yapılmasından sonra sistemin piyasada satılabileceğini belirtmiştir.

Gün (2019), 2013 yılında yağmış olduğu araştırmada, ısıtmasız plastik bir sera içerisinde plastik saksılar içerisinde, 3/1 oranında torf perlit ve sırasıyla 0, 250, 500, 1000 ve 2000 kg/da dozlarında organik gübre karışımları kullanarak, Olenka ve Campania marul çeşitlerinde verim, yaprak sayısı, yaprak boyu, yaprak eni, kök uzunluğu, kök gelişim değeri, yaprak kuru ağırlığı, kök kuru ağırlığı, bitki yüksekliği, bitki eni, klorofil değeri ve renk değerlerini incelemiştir. 40 günlük sürenin sonunda hasat edilen ürünlere bakıldığında en yüksek verimin 2000 kg/da dozunda Olenka çeşidinde (233.15 g/bitki) gerçekleştiğini bildirmiştir. Bunun yanı sıra Ekofert gübresi kullanımında verim, yaprak sayısı, yaprak boyu, bitki yüksekliği ve bitki eni bakımından daha üstün olduğunu, Ergovit gübresi kullanımında ise daha yüksek kuru ağırlık değerlerinin elde edildiğini belirtmiştir. Araştırmacı, çalışmanın sonucunda organik gübre çeşidine ve dozuna göre kalite parametrelerinde farklı etkilerin ve farklılıkların olduğunu bildirmiştir.

Seçkin (2019), yapay ışıklandırma sistemlerinin bitki gelişimine etkisini belirleyebilmek için ısıtmasız bir sera içerisine pvc saksılar içerisinde 2:1 oranında perlit ve kokopit yetiştirme ortamında damla sulama sistemi kullanarak Funnly marul çeşitleri üzerinde araştırmalar yapmıştır. Çalışmalarında mavi, sarı, kırmızı ve mor

ışıklandırmalar kullanarak 3 farklı azot dozu kullanmıştır. Çalışmaların sonunda farklı ışık kaynaklarının pazarlanabilir bitki baş ağırlığı, bitki çapı ve klorofil oranı üzerindeki etkisi önemli bulunurken SÇKM ve pH ve diğer değerler üzerinde etkileri önemsiz bulunmuştur. Sonuçta farklı ışık kaynaklarının yaprak nitrat miktarlarında önemli azalmaların olduğunu bildirmişlerdir.

Aydın (2018), iki farklı hidroponik sistemi karşılaştırmak için çakıl ve sal sistemlerinde kıvırcık marul (*Lactuca sativa*) yetiştiriciliği yaparak, akuoponik sistemlerde balık büyümesi, bitki gelişimi, nütrient değerleri ve diğer su kalitesi parametrelerini incelemiştir. Denemelerde balık olarak Nil Tilapiası (*Oreochromis niloticus*) kullanılmıştır. Denemeler sonunda sal sisteminde üretilen marulların gelişimi, çakıl sistemine göre nispeten daha yüksek bulunmuştur. Bununla birlikte, yüksek hava sıcaklığının marul büyümesini tohum oluşturmaya doğru yönlendirdiği ve yaprak uzunluğunu arttırdığını belirlemiştir. Araştırmacı ayrıca, kıvırcık marul yetiştiriciliğinde her iki sisteminde kapalı devre balık yetiştiriciliği kültüründe rahatlıkla kullanılabileceğini bildirmiştir.

Bostancı (2018) su kültür ortamında strafor üzerinde, kaya yünü ortamında ve geleneksel olarak toprakta Matador çeşidi ıspanak yetiştiriciliği yaparak verim değerlerini araştırmıştır. Su kültür ortamında bitkiler 60-65 günde hasada gelirken, geleneksel yetiştiricilikte ise 90-95 günde hasada gelmişlerdir. Toprakta yetişen ve su kültüründe yetişen bitkilerde verim bakımından önemli bir farkın olmadığını kök ağırlıklarında belirgin bir değişimin olmamasına rağmen kök uzunlukları arasında önemli farkların olduğunu bildirmiştir. Bunun yanında bitki kalite özelliklerinin (yaprak sayısı, dış yaprak sayısı, yaprak kalınlıkları, sap kalınlıkları vb) sistemlere göre büyük farklılıklar bulunduğunu saptamışlardır. Su kültür ortamında yetişen bitkilerde nitrat birikiminin toprakta yetişen bitkilere göre yüksek olduğunu, buna karşılık klorofil içeriğinin de su kültüründe yapılan yetiştiricilikte gözlemlediklerini bildirmişlerdir.

Çam (2018), yılında yaptığı araştırmada Ordu ilinde plastik örtülü ısıtmasız bir sera içerisinde balkon tipi plastik saksılarda marul yetiştiriciliğinde azot ve potasyum gübrelemesinin verim ve kalite özelliklerine etkileri incelenmiştir. Çalışmasında 8 kg/da hesabıyla azotun 0, 5, 10 ve 15 kg/da dozları ile potasyumun 0, 4, 8 ve 12 kg/da dozları uygulayarak, verim (g/bitki), yaprak eni (cm), yaprak uzunluğu (cm), yaprak sayısı

(adet/bitki), kuru madde oranı (%), SPAD değeri ve vitamin C içeriği (mg/100 ml özsu) değerlerini belirlemiştir. 68. günde yasat yapılan bitkilerde verimi bakımından 10 kg/da azot (338.83 g/bitki) ve 12 kg/da potasyum (319.33 g/bitki) uygulamaları en yüksek değerleri verdiğini, yapılan gübre uygulamaları ile yaprak eni ve yaprak boyunda artışların görüldüğünü, gübre dozunun arttırıldığında ise yaprakta kuru madde oranı düştüğünü bildirmişlerdir.

Jordan ve ark. (2018) yılında yaptıkları bir araştırmada akuaponik ve hidroponik sitemlerinde besleyici film tekniği (NFT) yöntemini kullanarak, marul bitkisinin (Alcione) gelişimine ve verim değerlerine olan etkilerini incelemiştir. Yetiştirme ortamı olarak Hindistan cevizi kabuğu lifi, fenolik köpük ve vermikülit kullanmışlardır. Araştırmanın sonucunda hem akuaponik (2.88 kg m<sup>-2</sup>) hem de hidroponik (2.58 kg m<sup>-2</sup>) sistemlerde kullanılan Hindistan cevizi kabuğu lifinin kullanıldığı uygulamalarda verim yönünden en iyi sonuçları verdiğini, fakat fenolik köpük uygulamalarında akuaponik ve hidroponik sistemler için sırasıyla 1.94 ve 2.15 kg m<sup>-2</sup> olmak üzere en düşük değerlerin elde edildiğini bildirmişlerdir.

Kibar (2018), yaptığı bir araştırmada ısıtmasız plastik sera içerisinde, marul bitkisi (Maritima) üzerinde farklı oranlarda vermikompost uygulayarak, bazı kalite özellikleri ve besin elementleri arasındaki ilişkileri incelemiştir. Araştırmacı, farklı gübre uygulamalarının kullanıldığı araştırmada, bitki boyunun 16.00-30.00 cm, bitki yaş ağırlığının 133.80-320.90 g, pazarlanabilir yaprak sayısının 18-36, klorofil miktarının 13.10- 29.30 spad, azot içeriğinin %4.29-6.98, fosfor içeriğinin 2211-3711 mg kg<sup>-1</sup> ve potasyum içeriğinin 17129-25354 mg kg<sup>-1</sup> arasında değişiklik gösterdiğini, vermikompost uygulamalarının marulda bitki gelişimi, kalite ve bitki besin elementi içeriği üzerine olumlu etkilerinin olduğunu saptamışlardır. Araştırmalarının sonucunda, yapılan analizlerde yaprak boyu ile yaprak eni arasında ve kuru madde oranı ile suda çözünebilir kuru madde miktarı arasında, önemli derecede pozitif yönde ilişkilerin olduğunu bildirmişlerdir.

Okudur (2018), yaptığı bir araştırmada durgun su kültür yöntemi kullanarak kırmızı kıvırcık marul (Carmesi) bitkisi üzerinde zamanlarda verilen bitki besin maddesinin verim ve kalite üzerine etkilerinin incelemiştir. Uygulamalarda besin

maddeleri, üç farklı uygulamada (tek seferde, ikiye bölünerek ve üçe bölünerek) ve farklı tarihlerde sera içerisinde bulunan sert plastik tekneler içinde bulunan bitkilere uygulanmıştır. Araştırmanın sonunda parsele verim bakımından farklı tarihlerde yapılan ikiye bölünerek verilen besin uygulamalı yetiştiricilik yönteminde 2804.54 g m<sup>-2</sup> elde edildiğini bunu üçe bölünerek yapılan uygulamanın takip ettiğini (2530.72 g m<sup>-2</sup>) ve son olarak tek seferde verilen uygulamanın (2421.32 g m<sup>-2</sup>) ise en düşük değeri verdiğini belirlemiştir.

Oymak (2018), yaptığı bir araştırmada akan su kültürü besleyici film tekniği yetiştirme sisteminde farklı çinko bakır ve mangan dozlarının SR327 (*Lactuca Sativa* var. Crispa) marul bitkisi üzerinde etkilerini araştırmıştır. Farklı kombinasyonlarda karıştırılan besin maddeleri gelişim dönemleri içerisinde yapraktan iki defa uygulama yapılmış ve bitki boyu, yaprak sayısı, yaprak eni, kök boğazı çapı, yaprak uzunluğu, kuru madde miktarı, makro-mikro element tayini, baş ağırlığı, yaprakta toplam klorofil miktarı ve yaprak rengine olan etkileri belirlenmiştir. Araştırmaların sonunda farklı dozlarda uygulanan mikro elementler kuru madde miktarlarında ve toplam klorofil miktarlarında artışlar gözlemlendiğini ve uygulanan dozların baş ağırlığı bakımından değerlerin azaldığı ve artan dozlar ile yaprak renlerinde koyulaşmanın olduğunu bildirmiştir.

Uludağ (2017), yaptığı bir araştırmada ısıtmasız bir sera içerisinde yüzen su kültüründe marul için uygulanan bitki besin maddelerinin roka, kuzukulağı, semizotu ve ıspanak yetiştiriciliğine uygunluğunu araştırmışlardır. Viyollere dikimler Aralık ve Mart dönemlerinde yapılmıştır. Yetiştirme dönemlerinde tam doz (mg/L: N 150, P 50, K 150, Ca 150, Mg 50, Fe 5.0, Mn 0.50, Zn 0.05, B 0.50, Cu 0.03, Mo 0.02), ve yarım doz olacak şekilde yetiştiricilik yapılmıştır. Araştırmacı, bitki gelişim, verim, kalite ve su tüketim değerlerinin besin solüsyonu konsantrasyonuyla birlikte sıcaklıklara bağlı olarak büyük değişimler gösterdiğini, bununla birlikte sıcaklıkların daha yüksek olduğu mart döneminde verim artışı ve erkenciliğin sağlandığını tespit etmiştir. Ayrıca besin solüsyon konsantrasyonunun azaltıldığı yetiştiricilikte verim değerlerinin hemen her bitkide azaldığını, fakat birçok parametrede tam doz ve yarım doz uygulamaları arasında istatistiksel bir farklılığın olmadığını bildirmiştir.

Atlas ve Sümer (2016), yaptıkları bir çalışmada sera koşulları içerisinde farklı saksı tiplerinin marul bitkisinin morfolojik özelliklerine etkisi incelemiştir. İlkbahar'da yürütülen bu çalışmada; 4'er litrelik hacimlere sahip bez (smart pot), delikli (air pot) ve düz (plastik) saksı kullanılmıştır. Denemelere marul fidelerinin dört yapraklı oldukları zamanda başlamış ve 7 tekerrürlü olarak tesadüf parselleri deneme desenine göre toplamda 21 bitki incelenmiştir. Bitki besin elementi olarak hoagland solüsyonu kullanılmışken yetiştirme ortamı olarak perlit seçilmiş ve nem seviyesi denemeler süresince tarla kapasitesi seviyesinde tutulmuştur. Yetiştirme ortamı olarak perlit seçilmiş, besin çözeltisi olarak hoagland solüsyonu kullanılmıştır. Araştırmacılar, araştırmalarının sonucunda en iyi bitki gelişiminin yaş yaprak ağırlığı 130.5 gr ile delikli saksıdan elde edildiğini, 164.6 cm ile en yüksek kök uzunluğu ortalamasına sahip olmasına rağmen yaş yaprak yaş ağırlığında 128.5 gr ile ikinci olarak düz saksıda elde edildiğini ve bitki gelişimine olumsuz etki eden aşırı su tüketimi nedeniyle bez saksıların uygun olmadığını bildirmişlerdir.

Okudur (2016), yaptığı çalışmada durgun su kültür ortamına, hava motoru ve ozon jeneratörü yardımıyla oksijen kazandırarak Bohemia marul çeşitinin verim ve kalitesini incelemiştir. Çalışmalarında 200x50x20 ölçülerinde plastik tanklar kullanılmıştır. Araştırmalar sonucunda K, P, Ca, Mg, Fe, Mn, Zn elementlerinin hava motoru uygulanan solüsyonda ozon jeneratörü kullanılanlara göre daha yüksek değerlerde olduğunu, bitki uzunluğu, gövde uzunluğu, bitki kök ağırlığı, bitki boyu, yaprak sayısı, yaprak alanı, verim, klorofil miktarı, L, a, b değeri üzerine etkisinin istatistiksel olarak önemli bir farklılığının olmadığını ve ozon jeneratörü ve hava motoru uygulamalarının ise kök uzunluğu, gövde çapı, gövde ağırlığı, yaprak eni, yaprak boyu, yaprak ağırlığı değeri üzerine etkisinin ise önemli olduğunu bildirmiştir.

Okudur ve Ercan (2016), yaptıkları bir çalışmada hazır gübre karışımı ile tam ve yarı oranında azaltılmış gübre uygulamalarının, durgun su kültüründe yetiştirilen marulun verim ve kalitesi üzerine etkilerini incelemiştir. Çalışmayı, cam sera içerisinde, Confeti marul çeşidini kullanarak 3 farklı gübre uygulamasının verim ve kalite üzerine etkileri araştırmışlardır. Araştırmalarının sonucunda, bitki uzunluğu, bitki köksüz ağırlığı, yaprak sayısı ve verim bakımından gübre uygulamaları arasında önemli fark gözlemlendiğini, bitki kök ağırlığı, gövde ağırlığı, bitki gövde çapı, gövde

uzunluğu, yaprak boyu ve yaprak eni bakımından ise istatistiki önemde bir farklılık bulunmadığını bildirmişlerdir.

Solak (2016), Çanakkale ili Lapseki ilçesinde 2014-2015 yılları arasında, pazarın beğenisini kazanmış ve yüksek derecede tercih edilen, geniş adaptasyon yeteneği sayesinde her dönem üretime uygun, geç sapa kalkan bir çeşit olan Campania çeşidini (*Lactuca sativa* var. *crispa*) tarlada, alçak ve yüksek tünelde 4 farklı fide dikim zamanının (Kasım, Aralık, Şubat ve Mart) bitki gelişmesi ve verim üzerine etkisini incelemiştir. Çalışmada, vegetasyon süresi, ortalama bitki baş ağırlığı, sapa kalkma oranı, ortalama taç boyu, ortalama taç çapı, ortalama kök boğazı çapı, toplam klorofil miktarı, renk, ıskarta yaprak sayısı, pazarlanabilir yaprak sayısı, pazarlanabilir taç ağırlığı, pazarlanabilir verim ve suda çözünebilir kuru madde miktarı içerikleri araştırılmıştır. Araştırmacı denemelerin sonucunda, en yüksek pazarlanabilir verimi 5.6-6.7 ton/da arasında sırasıyla alçak ve yüksek tünellerde Şubat ve Mart ayrıntı yapılan dikimlerden elde ettiğini, ayrıca 236.5-279.8 g/baş baş ağırlıklarını yine aynı tarihlerdeki ekim sonuçlarından elde ettiğini, yüksek ve alçak tünellerde yaptıkları yetiştiricilikte istatistiksel olarak bir farkın bulunmadığını bildirmişlerdir.

Uygunsoy (2016), yaptığı bir araştırmada ısıtmasız bir sera içerisinde 180 litre sert plastik tekneler içerisinde 12 x 15 sıra arası ve sıra üzeri aralıklarla 3-4 yapraklı fideler kullanarak durgun su kültüründe Little Gem (Romain), Lollo Rossa (Iceberg), yeşil Lolo Bionda (Iceberg) ve Adriana (Butterhead) marul çeşitlerinin verim ve kalite özelliklerini (bitki boyu, bitki ağırlığı, bitki kök ağırlığı, yaprak eni ve boyu, yaprak sayısı, bitki gövde boyu ve eni, bitki gövde ağırlığı, suda çözünebilir kuru madde miktarı ve yaprak renk analizi) incelemiştir. Araştırmacı Little Gem çeşidi dışında, diğer çeşitlerin morfolojik ve kalite özellikleri bakımından birbirine benzer değerlere sahip olduğunu saptamıştır. Bunun yanında tüm özelliklerin en iyi sonuç vermesine rağmen bu çeşidin erken ilkbaharda yetiştirilmeye uygun olmadığı generatif faza geçtiğini bildirmiştir.

Bayyurt (2012), yılında yaptığı bir çalışmada, Bohemia ve Delight marul bitki çeşitleri üzerinde durgun su kültürü yetiştiriciliğinde kullanılan sudaki oksijen miktarını arttırmak için hava motoru, hava motoru + hava taşı ve ozon jeneratörü olmak üzere 3 farklı uygulamanın verim ve kalite üzerine etkilerini incelemiştir. Araştırmacı

denemelerinin sonunda hava motoru + hava taşı uygulaması ile O<sub>2</sub> sağladığı sistemlerde bitki eni, bitki kök uzunluğu ve bitki ağırlığı bakımından diğer sistemlere göre daha iyi sonuçlar elde edildiğini belirlemiştir. Yetiştirme sonucunda Bohemia çeşidi, Delight çeşidine oranla bitki boyu (60.72 cm), bitki eni (33.72 cm), bitki yaş kök uzunluğu (33.36 cm), bitki yaş gövde ağırlığı (225.554 g) ve bitki yaş kök ağırlığı (63.41 g) bakımından daha iyi sonuçlar vermiştir. Renk analizleri incelendiğinde ise yeşil rengi (a) ve sarı rengi (b) veren parametrelerden en iyi sonuçları, Bohemia çeşidinde ozon jeneratörü uygulamasıyla, Delight çeşidinde ise hava motoru kullanılan uygulamayla elde edildiğini belirlemiştir. Parlaklığı veren L renk parametresinde ise çeşitler arasında belirgin bir farklılığın olmadığını bildirmişlerdir.

Ergün (2011), cam bir sera içerisinde su kültürü yöntemi kullanarak marul bitkisi yetiştiriciliğinde, bitki besin maddesi ve mikroalg (*Chlorella vulgaris*) karışımlarının büyüme, gelişim, verim ve bitki besin maddeleri üzerindeki etkilerini araştırmıştır. Araştırmaların sonunda, bitki boyu, yaprak sayısı, yaprak taze ağırlığı, kök taze ağırlığı, yaprak kuru ağırlığı, kök kuru ağırlığı, kuru ağırlık oluşturma yüzdesi, bitki çevresi, Vitamin C, klorofil ve nitrat içeriği değerlerinde önemli derecede farklılıklar gözlemlenmiş, bununla birlikte yaprak alanı ve suda SÇKM miktarı değerlerinde bir farklılığın olmadığını belirlemiştir. Ayrıca, su kültüründe algin kullanılarak verilen bitki besin maddelerinde %20 ile %40 arasında tasarruf edilerek kontrol gruplarına göre aynı değerlerin elde edildiğini bildirmiştir.

Tüzel ve ark. (2011), yaptıkları bir çalışmada, ilkbahar ve sonbahar dönemlerinde oluşturdukları iki farklı yetiştirme sisteminde 3 farklı organik gübre uygulamalarının marul (cv. Yedikule) ile kıvırcık yapraklı salata (cv. Arapsaçı) çeşitlerinde verim, kalite, bitki gelişimi ve toprak verimliliği üzerine etkilerini araştırmışlardır. Denemelerde örtüaltı ve açıkta yetiştirme sistemlerinde Biofarm (B), Biofarm + Humik Asit (BHa) ve Biofarm + Leonardit (BL) organik gübrelerini 6 grup olacak şekilde, faktöriyel düzende uygulamışlardır. Araştırmacılar araştırmalarının sonucunda toplam verim değeri, ortalama bitki ağırlığı ve ortalama bitki boyu bakımından örtüaltı sistemlerinin en yüksek değerleri verdiğini, kullanılan organik gübreler içerisinde ise BHa ve B uygulamalarının en yüksek verimleri elde ettiğini,

gübre uygulamalarının ilk yıl toprağın mikrobiyal biyomas-C'nunu ve organik madde içeriğini arttırdığı bildirmiştir.

Karataş (2001), *Lactuca sativa*. L. var, Longilofia ev. Yedikule-44 marul çeşitlerinde Erzurum koşullarında alçak tünel içerisinde 4 farklı dikim zamanlarının bitki gelişim özellikleri (baş uzunluğu, çapı ve ağırlığı, açık yaprak sayısı, kök uzunluğu, kök ve yaprakta kuru madde miktarı) ve verim üzerine etkilerini araştırmıştır. Bunun yanında 4 farklı yaprak gübresi uygulamalarının etkilerini de belirlemiştir. Araştırmalarının sonunda ikişer hafta aryla ekimlerini yaptığı fidelerde ilk ve son haftalar arasında farklıklar görülmüştür. En iyi değerler ilk ve ikinci ekim tarihlerinde ulaşılmıştır. Kök uzunluğu ve kuru madde miktarına ekim zamanlarının önemli bir etkisi olmadığını tespit etmiştir. Farklı yaprak uygulamalarının ise bitki gelişim özelliklerine etkilerinin önemli olmadığını sadece yapraktan üre uygulamasında verimin diğer uygulamalara oranla daha yüksek olduğunu bildirmiştir.

Kahraman (1997), ısıtmasız bir sera içerisinde yatay ve dikey aeroponik, yatay ve dikey aeroponik ve bazı topraksız tarım yöntemlerini marul yetiştiriciliği üzerinde karşılaştırmalı olarak araştırmıştır. Yatay aeroponik, yatay torba sistemi ve topraklı üretim siteminde 25 bitki/m<sup>2</sup>, dikey sistemlerde ise 126 bitki/m<sup>2</sup> üzerinde yapılan araştırmada bitki besin eriyikleri topraklı sitemde damla sulama ile verilirken aeroponik sistemlerde sirküle edilerek, torba sistemlerinde ise tek yönlü olarak verilmiştir. Araştırmanın sonunda en yüksek verimi dikey aeroponik sistemde edildiğini, bunları sırasıyla dikey torba kültürü, yatay aeroponik sistem, yatay torba kültürü takip ettiğini saptamışlardır. Araştırmacı yaptığı araştırmada en düşük verim değerini topraklı yetiştiricilikte olduğunu, ayrıca su kültürü sistemlerinde, torba ve topraklı sistemlere göre yaklaşık %66 oranında daha az besin eriyiğinin kullanıldığını bildirmiştir.

### 3. MATERYAL ve YÖNTEM

#### 3.1. Materyal

Çalışmada, Üniversitemiz Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü'ne ait sera içerisinde marul yetiştiriciliği yapmak amacıyla, seranın temizlenmesi ve hidroponik tarım koşullarına uygun hale getirilmesi ile başlanacaktır. Enerji girdi maliyetlerinin belirlenmesi amacıyla elektrik tesisatlarına uygun ekipman ve ölçü aletlerinin uyarlanmasıyla devam edilecektir. Araştırmada, borulu sistem, yüzer havuz sistemi ve geleneksel üretim düzenekleri kurulacak ve bu sistemler arasındaki farklar belirlenmeye çalışılacaktır. Bu amaçla Antalya Bölgesi'nden temin edilecek Caipira (Yeşil Kıvırcık Marul) ve Giardina (Kırmızı Kıvırcık Marul) marul çeşitleri, fide halinde pomza taşı kullanılarak sepetlere dikilerek daha önceden hazırlanan havuz ve borulu sisteme dikimi gerçekleştirilecektir.

#### 3.1.1. Araştırmada Kullanılacak Ölçü Aletleri

##### 3.1.1.1. Renk Ölçer

Hasat edilmiş ürünlerin renk ölçümünde kullanılacaktır (Şekil 3.1.). Renk ölçümlerinde L x a x b değerlerin belirlenmesinde kullanılacaktır.



Şekil 3.1. Renkölçer

#### 3.1.1.2. pH Ölçer

Araştırmada kurulan sistemlerde kullanılan suyun gerek gübre verilmeden evvel gerek se gübre verildikten sonra her gün pH ölçümlerinde kullanılacaktır (Şekil 3.2). Hanna marka portatif pH ölçer 1-14 arasında 0.01 hassasiyetle ölçüm yapmaktadır.



Şekil 3.2. pH ölçer

#### 3.1.1.3. Elektrik İletkenliği Ölçüm Cihazı (EC Tester)

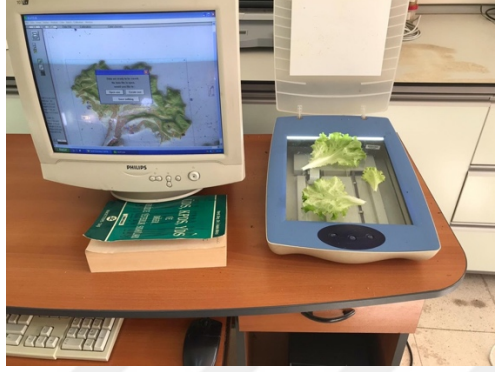
Araştırmada kurulan sistemlerde kullanılan suyun gerek gübre verilmeden evvel gerek se gübre verildikten sonra her gün EC ölçümlerinde kullanılacaktır (Şekil 3.3.). Her gün yapılan ölçümlerde EC miktarındaki azalışlara göre bitkilerin kullandıkları gübre miktarları belirlenmeye çalışılacaktır. Ziemans marka portatif elektrik iletkenliği ölçüm cihazı sıcaklıkla birlikte suda çözünebilir toplam katı miktarını da ölçmektedir.



Şekil 3.3. Elektrik iletkenliği ölçüm cihazı

### 3.1.1.4. Yaprak Alanı Ölçüm Sistemi

Hasat işleminden sonra marulların yaprak alanlarının ölçümünde kullanılan yazılım ve sistem Şekil 3.4.'de görülmektedir.



Şekil 3.4. Yaprak alanı ölçüm sistemi

### 3.1.1.5. Tartı Cihazı

Bitki büyütme evresinde sistemlere verilecek gübre miktarlarının ölçülmesinde ve hasat işleminden sonra marulların toplam ağırlıklarının, kök ağırlıklarının ve pazarlanabilir bitki ağırlıklarının ölçülmesinde kullanılacaktır. Şekil 3.4.'de görülen tartı cihazının ölçüm kapasitesi 10 kg ve hassasiyeti 0.01 dir.



Şekil 3.5. Tartı cihazı

#### 3.1.1.6. Klorofil Ölçüm Cihazı

Bitkilerin körpe saplarında ve yapraklarında bulunan, güneş ışığını soğurarak bitkilerde karbon özümlemesini sağlayan ve bitkilere yeşil renklerini veren maddenin yani klorofilin ölçülmesinde kullanılacaktır. SPAD ölçümü yapan universal taşınabilir cihaz Şekil 3.6.'da görülmektedir.



Şekil 3.6. Klorofil ölçüm cihazı

#### 3.1.1.7. Suda Çözünebilir Katı Madde Miktarı Ölçüm Cihazı (Refraktometre)

Hasat edilmiş marul yapraklarının katı madde miktarının ölçümünde kullanılacaktır. Şekil 3.7'de görülen refraktometre % değer olarak sonuç vermektedir. Cihaz 0.1 hassasiyetinde ölçüm yapmaktadır.



Şekil 3.7. Refraktometre

### 3.2.2. Yöntem

Araştırmaya, iki sıra yüksekliğinde briketlerle çevrelenen ve 2 kat sera naylonu kullanarak, 4 adet 0.60 x 1.20 m (0.72 m<sup>2</sup>) ölçülerinde, 3 cm kalınlığında strafor malzemesi kullanılarak toplamda 2.50 x 1.30 m (3.25 m<sup>2</sup>) boyutlarında bir alçak havuzun yapılmasıyla başlanacaktır. Bu havuz içerisinde 72 adet, pomza taşı kullanılarak dikimi yapılmış sepet saksılar straforlara yerleştirilerek doğudan su içerisinde yetiştiricilik yapılacaktır. Havuzun sol tarafı aydınlık tarafa, sağ tarafı ise nispeten daha karanlık tarafta kalmaktadır. Bu araştırma havuzuna 6 hafta boyunca gübre verilecektir. Her hafta 600 g olmak üzere, ilk iki hafta 20x20x20, sonraki iki hafta 15x40x5 ve son iki hafta ise 12x5x40 gübre suda eritilerek sistemin içine konulacaktır. Kurulan sistemde her gün pH, EC, Par ölçümleri aynı saatlerde belirlenip kaydedilecektir.

Diğer etkinliği belirlenecek borulu sistem için kutu profillerden imalatı yapılacak ve üzerinde 2 metrelik su borularını taşıyacak 5 kademeli ve ters V şeklinde konumlandırılmış bir platformun imalatıyla başlanacaktır. Her katta 2 adedi sağ tarafta 2 adedi de sol tarafta olmak üzere, üzerinde 10'ar adet sepetlerin yerleştirilmesi için delikler açılacak ve her bir boru sistemi yukarıdan aşağıya doğru kendi içerisinde devri daim olması için bağlantısı yapılacaktır. Açılacak delikler arası mesafe 20 cm olacaktır. Tüm borulu sisteme 200 bitki dikimi yapılacaktır. Sistemin kapladığı alan 2.40 x 1.60 m ebatlarında toplam 3.84 m<sup>2</sup>'dir. Sistemde 4 ayrı hat ve 4 farklı debi elde edilecektir. Sistemde dolaşan su ve bitki besin elementleri bir plastik depoda toplanacak ve elektrikli bir pompa yardımıyla tekrar dolaşıma sokulacaktır. Pompa günde 1 defa 20 dakika kadar çalıştırılacak ve borular içindeki tüm suyun dolaştırılması sağlanacaktır. Bu sisteme de her hafta 800 g olmak üzere, ilk iki hafta 20x20x20, sonraki iki hafta 15x40x5 ve son iki hafta ise 12x5x40 gübre suda eritilerek sistemin içine konulacaktır. Kurulan sistemin her gün pH, EC, Par ölçümleri aynı saatlerde belirlenip kaydedilecektir.

Son olarak da aynı şartlarda plastik poşetler içerisinde geleneksel olarak tekli yetiştiricilik yapılacaktır.

Araştırma süresince, sera içi ve dışı meteorolojik veriler, sitemlerde dolaşan su debileri, enerji tüketimleri, gübre tüketimleri, pH ve renk ölçümleri gerçekleştirilecektir. Araştırmanın tamamlanacağı 6 hafta sonunda, yetiştiricilik parametreleri olan bitki boyu, bitki kök uzunluğu, gövde çapı, kök boğazı çapı, yaprak sayısı, toplam ağırlık, kök ağırlığı, bitki ağırlığı, yaprak alan indeksi, taç indeksi, klorofil miktarı, kuru madde oranı (SÇKM) ve renk ölçüm (Lxaxb) değerleri belirlenecektir. Tüm alınan değerler her bir sistem için 3 faktörlü Tesadüfi Parseller Yöntemine göre istatistiksel olarak analiz edilecektir.



## 4. BULGULAR VE TARTIŞMA

### 4.1. Borulu Sistem Sonuçları

Şekil 4.1.'de borulu sisteme ait dikim sonrası ve hasat öncesi 32 gün arayla çekilmiş durumları görülmektedir.



Şekil 4.1. Borulu sistem

#### 4.1.1 Kök Uzunluğu Sonuçları

Borulu sistemle yapılan yetiştiricilikte çeşitlerin, kat sıralamasının ve sistemin ön ve arka tarafındaki bulunduğu yerinin, kök uzunluğu üzerine olan etkisinin önemli olduğu Çizelge 4.1'de bulunan varyans analiz tablosunda görülmektedir.

Sistemde yeşil renkli çeşitlerin köklerinin daha gelişmiş olduğu, en alt katta olan her iki çeşidin de kök uzunluklarının daha az olduğu ve gün ışığını daha iyi alan tarafın kök gelişimlerinin daha iyi sonuçlar verdiği belirlenmiştir. En kısa kök uzunluğuna en alt kat olan 1. katta 13.167 cm iken, en uzun kök uzunluğuna ise 3. katta (27.00 cm) en fazla gün ışığı alan tarafta elde edilmiştir (Çizelge 4.2).

**Çizelge 4.1.** Borulu sistemde kök uzunluğuna ait varyans analizi

Varyasyon Kaynakları	Serbestlik Derecesi (sd)	Kareler ortalaması	F değeri	Önem Derecesi
Tekerrür	2	10,717	0,3821	
Çeşit A	1	437,400	15,5936	0,0003**
Kat B	4	324,058	11,5529	0,0000**
AB	4	23,025	0,8209	
Önarka C	1	1144,067	40,7867	0,0000**
AC	1	38,400	1,3690	0,2493
BC	4	181,942	6,4863	0,0004**
ABC	4	67,608	2,4103	0,0660
HATA	38	28,050		
CV	24,15			

**Çizelge 4.2.** Borulu sistemde ortalama kök uzunluğu değerleri (Katlara göre)

Katlar	Ortalama kök uzunluğu (cm)
1	13,167
2	22,417
3	27,000
4	23,333
5	23,750
Ortalama	21,933

#### 4.1.2. Bitki Boyu Sonuçları

Borulu sistemle yapılan yetiştiricilikte, çeşitlerin ve kat sıralamasının, bitki boyu uzunluğu üzerine olan etkisinin önemli olduğu Çizelge 4.3.'de bulunan varyans analiz tablosunda görülmektedir.

**Çizelge 4.3.** Borulu sistemde bitki boyuna ait varyans analizi

Varyasyon Kaynakları	Serbestlik Derecesi (sd)	Kareler ortalaması	F değeri	Önem Derecesi
Tekerrür	2	7,304	2,9667	0,0635
Çeşit A	1	53,204	21,6096	0,0000**
Kat B	4	156,558	63,5883	0,0000**
AB	4	4,600	1,8684	0,1360
Önarka C	1	7,704	3,1292	0,0849
AC	1	36,038	14,6371	0,0005**
BC	4	13,017	5,2869	0,0017**
ABC	4	7,558	3,0699	0,0276*
HATA	38	2,462		
CV	8,69			

Sistemde yeşil renkli çeşitlerin bitki boylarının daha gelişmiş olduğu, en alt katta olan her iki çeşidin de bitki boyu uzunluklarının daha kısa olduğu belirlenmiştir. Çizelge 4.4.'de görüldüğü üzere en kısa bitki boyu uzunluğu en alt kat ve dip tarafta bulunan 1. katta 13.167 cm iken, en uzun bitki boyu uzunluğuna ise 5. katta (21.667 cm) en fazla gün ışığı alan tarafta elde edilmiştir.

**Çizelge 4.4.** Borulu sistemde bitki boy uzunluğu ortalama değerleri (Katlara göre)

Katlar	Ortalama Bitki boyu (cm)
1	13,167
2	15,833
3	21,250
4	18,375
5	21,667
Ortalama	18,058

#### 4.1.3. Gövde Çapı Sonuçları

Borulu sistemle yapılan yetiştiricilikte, kat sıralamasının ve güneşi daha fazla gören tarafın, gövde çapı üzerine olan etkisinin önemli olduğu, çeşitlerin üzerinde olan etkisinin ise önemli olmadığı Çizelge 4.5'de bulunan varyans analiz tablosunda görülmektedir.

Çizelge 4.5. Borulu sistemde gövde çapına ait varyans analizi

Varyasyon Kaynakları	Serbestlik Derecesi (sd)	Kareler ortalaması	F değeri	Önem Derecesi
Tekerrür	2	259,558	3,1076	0,0562
Çeşit A	1	1,617	0,0201	
Kat B	4	2031,468	25,2960	0,0000**
AB	4	553,691	6,8947	0,0003**
Önarka C	1	2279,817	28,3889	0,0000**
AC	1	432,285	5,3829	0,0258*
BC	4	350,309	5,3829	0,0053**
ABC	4	179,439	4,3621	0,0834
HATA	38	80,307	2,2344	
CV	22,13			

Sistemde daha üst katlarda bulunan ve güneş ışığını daha iyi alan bitkilerin gövdelerinin daha iyi geliştiği belirlenmiştir. Çizelge 4.6'da görüldüğü üzere en kısa gövde çapı uzunluğu en alt kat ve dip tarafta bulunan 1. katta 21.716 mm iken, en uzun

gövde çapı uzunluğu ise 5. katta (56.733 mm) en fazla gün ışığı alan tarafta elde edilmiştir.

**Çizelge 4.6.** Borulu sistemde gövde çapı ortalama değerleri

Katlar	Ortalama gövde çapı (mm)
1	21,716
2	35,158
3	45,164
4	43,739
5	56,733
Ortalama	40,502

#### 4.1.4. Kök Boğazı Çapı Sonuçları

Borulu sistemle yapılan yetiştiricilikte, kat sıralamasının ve çeşidin, kök boğazı çapı üzerine olan etkisinin önemli olduğu, güneş ışığının ise bu çap üzerinde doğrudan etkisinin önemli olmadığı Çizelge 4.7’de bulunan varyans analiz tablosunda görülmektedir.

**Çizelge 4.7.** Borulu sistemde kök boğazı çapına ait varyans analizi

Varyasyon Kaynakları	Serbestlik Derecesi (sd)	Kareler ortalaması	F değeri	Önem Derecesi
Tekerrür	2	4,681	1,7461	0,1882
Çeşit A	1	17,324	6,4618	0,0152**
Kat B	4	68,275	25,4671	0,0000**
AB	4	8,407	3,1359	0,0253*
Önarka C	1	8,558	3,1922	8,0820
AC	1	23,864	8,9016	0,0050**
BC	4	2,290	0,8543	
ABC	4	5,639	2,1034	0,0994
HATA	38	2,681		
CV	19,92			

Sistemde daha üst katlarda bulunan ve güneş ışığını daha iyi alan bitkilerin kök boğazlarının daha iyi geliştiği belirlenmiştir. Çizelge 4.8’de görüldüğü üzere en küçük kök boğazı çapı uzunluğunun en alt katta bulunan 5.290 cm iken, en uzun kök boğazı çapı uzunluğuna ise 5. katta (11.590 mm) ulaşılmıştır. Çeşitler incelendiğinde Caipira

(Yeşil Kıvırcık Marul) çeşidi, Giardina (Kırmızı Kıvırcık Marul) çeşidine göre çeşit özelliğinden kaynaklı olarak %25 daha büyük değerlere ulaşıldığı belirlenmiştir.

**Çizelge 4.8.** Borulu sistemde kök boğazı çapı ortalama değerleri

Katlar	Ortalama kök boğazı çapı (cm)
1	5,290
2	6,874
3	9,462
4	7,975
5	11,500
Ortalama	8,220

#### 4.1.5. Bitki Ağırlığı Sonuçları

Borulu sistemle yapılan yetiştiricilikte, kök boğazı çapı sonuçlarına benzer bir şekilde kat sıralamasının ve çeşidin, toplam ağırlık üzerine olan etkisinin önemli olduğu, güneş ışığının ise değer üzerinde doğrudan etkisinin önemli olmadığı Çizelge 4.9'da bulunan varyans analiz tablosunda görülmektedir.

**Çizelge 4.9.** Borulu sistemde bitki ağırlığına ait varyans analizi

Varyasyon Kaynakları	Serbestlik Derecesi (sd)	Kareler ortalaması	F değeri	Önem Derecesi
Tekerrür	2	0,003	0,6165	
Çeşit A	1	0,017	3,8123	0,0583*
Kat B	4	0,037	8,4251	0,0001**
AB	4	0,007	1,6307	0,1865
Önarka C	1	0,013	2,9665	0,0931
AC	1	0,001	0,2753	
BC	4	0,006	1,3979	0,2532
ABC	4	0,002	0,3764	
HATA	38	0,004		
CV	66,29			

Çizelge 4.10'da görüldüğü üzere en düşük bitki ağırlığı sonuçları en alt katta 0.032 kg iken, en büyük toplam bitki ağırlığına ise 5. katta (0.167 kg) ulaşılmıştır. Çeşitler incelendiğinde Caipira (Yeşil Kıvırcık Marul) çeşidi, Giardina (Kırmızı Kıvırcık Marul) çeşidine göre çeşit özelliğinden kaynaklı olarak %13.6 daha büyük ağırlık değerlerine ulaştığı belirlenmiştir.

**Çizelge 4.10.** Borulu sistemde bitki ağırlığı ortalama değerleri

Katlar	Bitki ağırlığı (kg)
1	0,032
2	0,059
3	0,116
4	0,127
5	0,167
Ortalama	0,100

#### 4.1.6. Kök Ağırlığı Sonuçları

Borulu sistemle yapılan yetiştiricilikte, kök ağırlık değerlerine kat sıralamasının, çeşidin ve güneşin ışığının daha fazla olduğu yerin üzerine olan etkilerinin önemli olmadığı Çizelge 4.11’de bulunan varyans analiz tablosunda görülmektedir.

**Çizelge 4.11.** Borulu sistemde kök ağırlığına ait varyans analizi

Varyasyon Kaynakları	Serbestlik Derecesi (sd)	Kareler ortalaması	F değeri	Önem Derecesi
Tekerrür	2	0,002	0,8802	
Çeşit A	1	0,001	0,5923	
Kat B	4	0,001	0,6497	
AB	4	0,002	1,2835	0,2936 öd
Önarka C	1	0,000	0,0868	
AC	1	0,001	0,6110	
BC	4	0,002	1,3357	0,2745 öd
ABC	4	0,002	0,8500	
HATA	38	0,002		
CV	163,28			

Çizelge 4.12’de görüldüğü üzere kök ağırlığı değeri en alt katta 0.017 kg iken, en büyük kök ağırlığına ise 5. katta (0.036 kg) ulaşılmıştır. Çeşitler incelendiğinde Caipira (Yeşil Kıvırcık Marul) çeşidinin diğer çeşide göre %8,4 daha düşük ağırlık değerlerine ulaştığı belirlenmiştir. Sonuçlardan anlaşılacağı üzere Caipira çeşidi kök ağırlığına nazaran daha fazla gövde ve yapraklara doğru gelişim göstermiştir.

**Çizelge 4.12.** Borulu sistemde kök ağırlığı ortalama değerleri

Katlar	Kök ağırlığı (kg)
1	0,017
2	0,015
3	0,035
4	0,028
5	0,036
Ortalama	0,026

#### 4.1.7. Pazarlanabilir Bitki Ağırlığı Sonuçları

Borulu sistemle yapılan yetiştiricilikte, kat sıralamasının bitki ağırlık değerleri üzerine olan etkisinin önemli olduğu Çizelge 4.13’de bulunan varyans analiz tablosunda görülmektedir.

**Çizelge 4.13.** Borulu sistemde pazarlanabilir bitki ağırlığına ait varyans analizi

Varyasyon Kaynakları	Serbestlik Derecesi (sd)	Kareler ortalaması	F değeri	Önem Derecesi
Tekerrür	2	0,001	0,3152	
Çeşit A	1	0,002	0,6125	
Kat B	4	0,025	7,1752	0,0002*
AB	4	0,006	1,6075	0,1923
Önarka C	1	0,004	1,2692	0,2670
AC	1	0,004	1,1910	0,2820
BC	4	0,002	0,7260	
ABC	4	0,001	0,3556	
HATA	38	0,003		
CV	70,11			

Çizelge 4.14.’de görüldüğü üzere pazarlanabilir bitki ağırlığı değeri en alt katta 0.030 kg iken, 5. katta ise 0.146 kg olarak belirlenmiştir. Çeşitler incelendiğinde Caipira (Yeşil Kıvırcık Marul) çeşidinin diğer çeşide göre %16,4 daha yüksek ağırlık değerlerine ulaştığı belirlenmiştir. Sonuçlardan anlaşılacağı üzere Caipira çeşidi gövde ve yapraklara doğru gelişim göstermiştir.

**Çizelge 4.14.** Borulu sistemde pazarlanabilir bitki ağırlığı ortalama değerleri

Katlar	Bitki ağırlığı (kg)
1	0,030
2	0,050
3	0,093
4	0,098
5	0,146
Ortalama	0,084

#### 4.1.8. Yaprak Alanı Sonuçları

Borulu sistemle yapılan yetiştiricilikte, kat sıralamasının ve güneş ışığının konumuna göre olan yerin yaprak alanı değerleri üzerine olan etkisinin önemli olduğu Çizelge 4.15’de bulunan varyans analiz tablosunda görülmektedir.

**Çizelge 4.15.** Borulu sistemde yaprak alanı değerlerine ait varyans analizi

Varyasyon Kaynakları	Serbestlik Derecesi (sd)	Kareler ortalaması	F değeri	Önem Derecesi
Tekerrür	2	252,129	0,1534	
Çeşit A	1	371,608	0,2262	
Kat B	4	82658,243	50,3057	0,0000**
AB	4	8308,264	5,0564	0,0023**
Önarka C	1	57692,245	35,1114	0,0000**
AC	1	7790,762	4,7414	0,0357*
BC	4	8162,666	4,9678	0,0025**
ABC	4	3727,839	2,2688	0,0797
HATA	38	1643,119		
CV	18,55			

Çizelge 4.16’da görüldüğü üzere yaprak alanı değerleri en alt katta 113.182 cm<sup>2</sup> iken, 5. katta ise 317.617 cm<sup>2</sup> olarak belirlenmiştir. En yüksek değerler, en üst katın güneşe en yakın olan yerde saptanmıştır. Çeşitler incelendiğinde Caipira (Yeşil Kıvırcık Marul) çeşidinin diğer çeşide göre %11,2 daha büyük yaprak alanları değerlerine ulaştığı belirlenmiştir. Sonuçlardan anlaşılacağı üzere Caipira çeşidi yapraklara doğru gelişim göstermiştir.

**Çizelge 4.16.** Borulu sistemde yaprak alanı ortalama değerleri

Katlar	Yaprak alanı (cm <sup>2</sup> )
1	113,182
2	156,065
3	266,479
4	239,398
5	317,617
Ortalama	218,548

#### 4.1.9. Taç Genişliği Sonuçları

Borulu sistemle yapılan yetiştiricilikte, çeşidin ve güneş ışığının konumuna göre olan yerin taç genişliği değerleri üzerine olan etkisinin önemli olduğu Çizelge 4.17’de bulunan varyans analiz tablosunda görülmektedir.

**Çizelge 4.17.** Borulu sistemde taç genişliği değerlerine ait varyans analizi

Varyasyon Kaynakları	Serbestlik Derecesi (sd)	Kareler ortalaması	F değeri	Önem Derecesi
Tekerrür	2	36,067	5,2876	0,0094
Çeşit A	1	141,067	20,6811	0,0001**
Kat B	4	333,108	48,8353	0,0000
AB	4	20,275	2,9724	0,0314*
Önarka C	1	81,667	11,9727	0,0013**
AC	1	81,667	11,9727	0,0013**
BC	4	48,292	7,0798	0,0002**
ABC	4	13,625	1,9975	0,1145
HATA	38	6,821		
CV	11,59			

Çizelge 4.18’de görüldüğü üzere taç genişliği değerleri en alt katta 14.333 cm iken, 5. katta ise 27.250 cm olarak belirlenmiştir. En yüksek değerler, en üst katın güneşe en yakın olan yerde saptanmıştır. Çeşitler incelendiğinde Giardina (Kırmızı Kıvrıkcık Marul) çeşidinin diğer çeşide göre %8,6 daha geniş taç genişliği değerlerine ulaştığı belirlenmiştir. Sonuçlardan anlaşılacağı üzere Giardina çeşidi yaprakları daha fazla yayılım göstermiştir.

**Çizelge 4.18.** Borulu sistemde taç genişliği ortalama değerleri

Katlar	Taç genişliği (cm)
1	14,333
2	20,417
3	26,167
4	24,500
5	27,250
Ortalama	22,533

#### 4.1.10. Klorofil Sonuçları

Borulu sistemle yapılan yetiştiricilikte, kat yüksekliklerinin marul klorofil değerleri üzerine olan etkisinin önemli olduğu Çizelge 4.19’da bulunan varyans analiz tablosunda görülmektedir.

**Çizelge 4.19.** Borulu sistemde klorofil değerlerine ait varyans analizi

Varyasyon Kaynakları	Serbestlik Derecesi (sd)	Kareler ortalaması	F değeri	Önem Derecesi
Tekerrür	2	4,455	0,4598	
Çeşit A	1	1,148	0,1185	
Kat B	4	224,709	23,1896	0,0000**
AB	4	19,584	2,0211	
Önarka C	1	9,680	0,9990	
AC	1	0,004	0,0004	
BC	4	50,318	5,1928	0,0019**
ABC	4	32,975	3,4029	0,0179*
HATA	38	9,690		
CV	14,35			

Çizelge 4.20’de klorofil değerleri en alt katta 16.017 SPAD iken, 5. katta ise 27.158 SPAD olarak belirlenmiştir. En yüksek değerler, en üst katın güneşe en yakın olan yerde saptanmıştır. Çeşitler incelendiğinde Caipira (Yeşil Kıvrıkcık Marul) çeşidinin diğer çeşide göre %4,5 daha fazla klorofil değerlerine ulaştığı belirlenmiştir. Sonuçlardan anlaşılacağı üzere Caipira çeşidi yaprakları daha fazla yayılım göstermiştir.

**Çizelge 4.20.** Borulu sistemde ortalama klorofil değerleri

Katlar	Klorofil miktarı (spad)
1	16,017
2	18,983
3	22,392
4	23,925
5	27,158
Ortalama	21,695

#### 4.1.11. SÇKM Sonuçları

Borulu sistemle yapılan yetiştiricilikte, çeşidin, kat yüksekliklerinin ve güneş ışığının konumuna göre olan yerin, suda çözünebilen katı madde miktarı (SÇKM) değerleri üzerine olan etkilerinin önemli olduğu Çizelge 4.21’de bulunan varyans analiz tablosunda görülmektedir.

**Çizelge 4.21.** Borulu sistemde SÇKM değerlerine ait varyans analizi

Varyasyon Kaynakları	Serbestlik Derecesi (sd)	Kareler ortalaması	F değeri	Önem Derecesi
Tekerrür	2	0,035	0,3124	
Çeşit A	1	0,888	8,0028	0,0074**
Kat B	4	0,608	5,4761	0,0014**
AB	4	0,176	1,5866	0,1977
Önarka C	1	6,733	60,6717	0,0000**
AC	1	0,037	0,3379	
BC	4	0,181	1,6271	0,1874
ABC	4	0,205	1,8434	0,1406
HATA	38	0,111		
CV	8,30			

Çizelge 4.22.’de SÇKM değerlerinin en düşük değeri orta katta (3.Kat) %3.775 iken, en alt katta %4.342 olarak belirlenmiştir. En yüksek değerlere, en alt katın güneş en uzak olan yerde saptanmıştır. Çeşitler incelendiğinde Caipira (Yeşil Kıvırcık Marul) çeşidinin diğer çeşide göre %5,8 daha fazla SÇKM değerlerine ulaştığı belirlenmiştir. Caipira çeşidi yaprakları daha fazla katı madde değerlerine sahip olduğu saptanmıştır.

**Çizelge 4.22.** Borulu sistemde SÇKM ortalama değerleri

Katlar	SÇKM (%)
1	4,342
2	3,867
3	3,775
4	3,950
5	4,125
Ortalama	4,012

#### 4.1.12. Yaprak Sayısı Sonuçları

Borulu sistemle yapılan yetiştiricilikte, çeşidin ve kat yüksekliklerinin yaprak sayıları değerleri üzerine olan etkilerinin önemli olduğu Çizelge 4.23’de bulunan varyans analiz tablosunda görülmektedir.

**Çizelge 4.23.** Borulu sistemde yaprak sayıları değerlerine ait varyans analizi

Varyasyon Kaynakları	Serbestlik Derecesi (sd)	Kareler ortalaması	F değeri	Önem Derecesi
Tekerrür	2	0,117	0,0210	
Çeşit A	1	54,150	9,7475	0,0034**
Kat B	4	222,358	40,0266	0,0000**
AB	4	12,942	2,3296	0,0735
Önarka C	1	20,417	3,6752	0,0628
AC	1	30,817	5,5473	0,0238*
BC	4	15,208	2,7376	0,0427*
ABC	4	24,358	4,3847	0,0052**
HATA	38	5,555		
CV	12,48			

Çizelge 4.24’de en düşük yaprak sayılarına en alt katta 12.667 adet, en yüksek yaprak sayıları değerlerine 23.667 adet ile en üst kattaki bitkilerde olduğu belirlenmiştir. En yüksek değerlere, en üst katın güneşe en yakın olduğu konumda ulaşılmıştır. Çeşitler incelendiğinde Caipira (Yeşil Kıvrıcık Marul) çeşidinin diğer çeşide göre %3.7 daha fazla yaprak sayıları değerlerine ulaştığı belirlenmiştir.

**Çizelge 4.24.** Borulu sistemde ortalama yaprak sayıları değerleri

Katlar	Ortalama yaprak sayıları (adet)
1	12,667
2	16,750
3	21,583
4	19,750
5	23,667
Ortalama	18,883

#### 4.1.13. L (Parlaklık) Değeri Sonuçları

Borulu sistemle yapılan yetiştiricilikte, çeşidin L (parlaklık) değerleri üzerine olan etkisinin önemli olduğu Çizelge 4.25’de bulunan varyans analiz tablosunda görülmektedir.

**Çizelge 4.25.** Borulu sistemde L (parlaklık) değerlerine ait varyans analizi

Varyasyon Kaynakları	Serbestlik Derecesi (sd)	Kareler ortalaması	F değeri	Önem Derecesi
Tekerrür	2	14,764	0,9411	
Çeşit A	1	172,348	10,9862	0,0020**
Kat B	4	33,749	2,1513	0,0932
AB	4	39,923	2,5448	0,0552*
Önarka C	1	49,051	3,1267	0,0850
AC	1	87,001	5,5458	0,0238**
BC	4	12,189	0,7770	
ABC	4	22,325	1,4231	0,2450
HATA	38	15,688		
CV	7,26			

Çizelge 4.26’da en düşük parlaklık değerlerine en üst katta 51.849, en yüksek parlaklık değerlerine 56.170 ile orta kattaki bitkilerde olduğu belirlenmiştir. En yüksek değerlere, orta aydınlık değerlerinin olduğu 3. kattaki konumlarda ulaşılmıştır. Çeşitler incelendiğinde ise Caipira (Yeşil Kıvırcık Marul) çeşidinin diğer çeşide göre %5.8 daha fazla parlaklık değerlerine ulaştığı belirlenmiştir.

**Çizelge 4.26.** Borulu sistemde ortalama parlaklık değerleri

Katlar	Parlaklık (L) değerleri
1	54,298
2	55,674
3	56,170
4	54,632
5	51,849
Ortalama	54,525

#### 4.1.14. a Değeri Sonuçları

Borulu sistemle yapılan yetiştiricilikte sıranın, çeşidin a değerleri üzerine olan etkisinin önemli olduğu Çizelge 4.27’de görülmektedir.

**Çizelge 4.27.** Borulu sistemde a değerlerine ait varyans analizi

Varyasyon Kaynakları	Serbestlik Derecesi (sd)	Kareler ortalaması	F değeri	Önem Derecesi
Tekerrür	2	10,750	2,0609	0,1413
Çeşit A	1	199,546	38,2554	0,0000**
Kat B	4	3,022	0,5793	
AB	4	0,502	0,0963	
Önarka C	1	3,810	0,7305	
AC	1	2,227	0,4270	
BC	4	9,338	1,7902	0,1509
ABC	4	6,256	1,1993	0,3270
HATA	38	5,216		
CV	-9,86			

Çizelge 4.28’den de görüleceği üzere a değerleri 3. katta -23.674 değeri ile en yüksek, -22.461 değeri ile en alt katta olduğu belirlenmiştir. Katlar arasında çok önemli bir fark bulunmamaktadır. a ne kadar büyük eksi değer alırsa yeşil renk o kadar fazla olmaktadır. Çeşitler incelendiğinde kat ve konumların a değerine olan etkisinin olmadığı görülmektedir.

**Çizelge 4.28.** Borulu sistemde ortalama a değerleri

Katlar	Ortalama a değerleri
1	-22,461
2	-22,834
3	-23,674
4	-23,467
5	-23,393
Ortalama	-23,166

**4.1.15. b Değeri Sonuçları**

Borulu sistemle yapılan yetiştiricilikte sıranın, çeşidin b değerleri üzerine olan etkisinin önemli olduğu Çizelge 4.29'da görülmektedir.

**Çizelge 4.29.** Borulu sistemde b değerlerine ait varyans analizi

Varyasyon Kaynakları	Serbestlik Derecesi (sd)	Kareler ortalaması	F değeri	Önem Derecesi
Tekerrür	2	10,682	0,2126	
Çeşit A	1	357,753	7,1192	0,0111**
Kat B	4	51,848	1,0318	0,4035
AB	4	39,683	0,7897	
Önarka C	1	3,499	0,0696	
AC	1	27,976	0,5567	
BC	4	11,384	0,2265	
ABC	4	52,306	1,0409	0,3989
HATA	38	50,252		
CV	18,41			

Çizelge 4.30'dan da görüleceği üzere b değerleri 2. katta 41.210 değeri ile en yüksek, 36.154 değeri ile 4. katta olduğu belirlenmiştir. Katlar arasında çok önemli bir fark bulunmamaktadır. b ne kadar büyük değer alırsa sarı renk o kadar fazla olmaktadır. Çeşitler incelendiğinde kat ve konumların b değerine olan etkisinin olmadığı görülmektedir.

**Çizelge 4.30.** Borulu sistemde ortalama b değerleri

Katlar	Ortalama (b) değerleri
1	38,438
2	41,210
3	39,867
4	36,154
5	36,899
Ortalama	38,514

#### 4.2. Havuzlu Sistem Sonuçları

Şekil 4.2.'de havuzlu sisteme ait dikim sonrası ve hasat öncesi 32 gün arayla çekilmiş durumları görülmektedir.



Şekil 4.2. Havuzlu sistem

#### 4.2.1. Kök uzunluğu sonuçları

Havuzlu sistemle yapılan yetiştiricilikte sıranın, yani çok azda olsa gölge ve aydınlık tarafta bulunan bitkilerin kök uzunluklarına etkisinin önemli olmadığı Çizelge 4.31.'de görülmektedir.

**Çizelge 4.31.** Havuzlu sistemde kök uzunluğuna ait varyans analizi

Varyasyon kaynakları	Serbestlik derecesi (sd)	Kareler ortalaması	F değeri	Önem derecesi
Tekerrür	2	92,896	1,2822	0,3438
Sıra	3	7,410	1,1023	
Hata	6	72,451		
Cv	36,16			

**Çizelge 4.32.** Havuzlu sistemde ortalama kök uzunluğu değerleri

Sıra	Kök uzunluğu (cm)
1	25,333
2	23,000
3	24,167
4	21,667
Ortalama	23,542

Çizelge 4.32.'den de görüleceği üzere kök uzunluğunun sıralar arasında önemli bulunmamasına rağmen 21.52 cm ile 4. sıranın en düşük, 25.33 cm ile 1. sıranın yüksek kök uzunluğu değerleri verdiği saptanmıştır. Bunun da nedeninin 1. sıranın az da olsa güneşe daha yakın olmasından kaynaklandığı sonucuna varılmıştır.

#### 4.2.2. Bitki Boyu Sonuçları

Havuzlu sistemle yapılan yetiştiricilikte sıranın, bitki boyu uzunlukları üzerinde etkisinin önemli olmadığı Çizelge 4.33'de görülmektedir.

**Çizelge 4.33.** Havuzlu sistemde bitki boyuna ait varyans analizi

Varyasyon kaynakları	Serbestlik Derecesi (sd)	Kareler ortalaması	F değeri	Önem Derecesi
Tekerrür	2	1,583	0,4711	
Sıra	3	0,111	0,0331	
Hata	6	3,361		
Cv	8,03			

Çizelge 4.34.'den de görüleceği üzere bitki boyunun sıralar arasında önemli bir fark bulunmamasına rağmen 22.667 cm ile 4. sıranın en düşük, 23.000 cm ile 1. sıranın bitki uzunluğu değerleri verdiği saptanmıştır. Bunun da nedeninin 1. sıranın az da olsa güneşe daha yakın olmasından kaynaklandığı sonucuna varılmıştır.

**Çizelge 4.34.** Havuzlu sistemde ortalama bitki boyu değerleri

Sıra	Bitki Boyu (cm)
1	23,000
2	23,000
3	22,667
4	22,667
<b>Ortalama</b>	<b>22,883</b>

#### 4.2.3. Gövde Çapı Sonuçları

Havuzlu sistemle yapılan yetiştiricilikte sıranın, gövde çapı üzerinde etkisinin önemli olmadığı Çizelge 4.35'de görülmektedir.

**Çizelge 4.35.** Havuzlu sistemde gövde çapına ait varyans analizi

Varyasyon kaynakları	Serbestlik Derecesi (sd)	Kareler ortalaması	F değeri	Önem Derecesi
Tekerrür	2	75,063	2,4361	0,1681
Sıra	3	69,999	2,2718	0,1804
Hata	6	30,812		
Cv	9,28			

Çizelge 4.36'dan da görüleceği üzere gövde çapının sıralar arasında önemli bir farkın bulunmamasına rağmen 53.740 cm ile 4. sırada en düşük, 64.090 cm ile 1. sırada en büyük gövde çapı değerleri verdiği belirlenmiştir. Bunun da nedeninin 1. sıranın az da olsa güneşe daha yakın olmasından kaynaklandığı sonucuna varılmıştır.

**Çizelge 4.36.** Havuzlu sistemde ortalama gövde çapı değerleri

Sıra	Gövde Çapı (mm)
1	64,090
2	58,180
3	63,300
4	53,740
<b>Ortalama</b>	<b>59,827</b>

#### 4.2.4. Kök Boğaz Çapı Sonuçları

Havuzlu sistemle yapılan yetiştiricilikte sıranın, kök boğazı çapı üzerinde etkisinin önemli olmadığı Çizelge 4.37.'de görülmektedir.

**Çizelge 4.37.** Havuzlu sistemde kök boğaz çapına ait varyans analizi

Varyasyon kaynakları	Serbestlik Derecesi (sd)	Kareler ortalaması	F değeri	Önem Derecesi
Tekerrür	2	1,805	1,2131	0,3852
Sıra	3	5,019	3,1235	0,1093
Hata	6	1,607		
Cv	11,38			

Çizelge 4.38.'den de görüleceği üzere kök boğazı çapının sıralar arasında önemli bir farkın bulunmamasına rağmen 9,803 cm ile 1. sırada en düşük, 12,310 cm ile 2. sırada en büyük kök boğazı çapı değerleri verdiği belirlenmiştir.

**Çizelge 4.38.** Havuzlu sistemde ortalama kök boğazı çapı değerleri

Sıra	Kök Boğazı Çapı (cm)
1	9,803
2	12,310
3	12,183
4	10,260
Ortalama	11,139

#### 4.2.5. Toplam Ağırlık Sonuçları

Havuzlu sistemle yapılan yetiştiricilikte sıranın, toplam ağırlık üzerinde etkisinin önemli olmadığı Çizelge 4.39'da görülmektedir.

**Çizelge 4.39.** Havuzlu sistemde toplam ağırlığa ait varyans analizi

Varyasyon kaynakları	Serbestlik Derecesi (sd)	Kareler ortalaması	F değeri	Önem Derecesi
Tekerrür	2	0,001	0,5242	
Sıra	3	0,001	0,5355	
Hata	6	0,001		
Cv	27,08			

Çizelge 4.40.'dan da görüleceği üzere toplam ağırlığın, sıralar arasında önemli bir farkın bulunmamasına rağmen 0.138 kg ile 1. sırada en yüksek, 0.107 kg ile 2. sırada en düşük toplam ağırlığa sahip olduğu belirlenmiştir.

**Çizelge 4.40.** Havuzlu sistemde ortalama toplam ağırlığa ait değerleri

Sıra	Toplam Ağırlık (kg)
1	0,138
2	0,107
3	0,138
4	0,128
Ortalama	0,128

#### 4.2.6. Kök Ağırlığı Sonuçları

Havuzlu sistemle yapılan yetiştiricilikte sıranın, kök ağırlığı üzerine olan etkisinin önemli olmadığı Çizelge 4.41.'de görülmektedir.

**Çizelge 4.41.** Havuzlu sistemde kök ağırlığına ait varyans analizi

Varyasyon kaynakları	Serbestlik Derecesi (sd)	Kareler ortalaması	F değeri	Önem Derecesi
Tekerrür	2	0,000	2,7544	0,1417
Sıra	3	0,000	0,7018	
Hata	6	0,000		
Cv	17,21			

Çizelge 4.42.'den de görüleceği üzere kök ağırlığının, sıralar arasında önemli bir farkın bulunmamasına rağmen 0.011 kg ile 1. sırada en düşük, 0.014 kg ile 4. sırada en yüksek kök ağırlığına sahip olduğu belirlenmiştir.

**Çizelge 4.42.** Havuzlu sistemde ortalama kök ağırlığına ait değerler

Sıra	Kök ağırlığı
1	0,011
2	0,013
3	0,012
4	0,014
Ortalama	0,013

#### 4.2.7. Pazarlanabilir Bitki Ağırlığı Sonuçları

Havuzlu sistemle yapılan yetiştiricilikte sıranın, bitki ağırlığı üzerine olan etkisinin önemli olmadığı Çizelge 4.43.'de görülmektedir.

**Çizelge 4.43.** Havuzlu sistemde pazarlanabilir bitki ağırlığına ait varyans analizi

Varyasyon kaynakları	Serbestlik Derecesi (sd)	Kareler Ortalaması	F Değeri	Önem Derecesi
Tekerrür	2	0,000	0,4217	
Sıra	3	0,001	0,6427	
Hata	6	0,001		
Cv	28,76			

Çizelge 4.44.'den de görüleceği üzere bitki ağırlığının, sıralar arasında önemli bir farkın bulunmamasına rağmen 0.094 kg ile 2. sırada en düşük, 0.127 kg ile 1. sırada en yüksek bitki ağırlığına sahip olduğu belirlenmiştir.

**Çizelge 4.44.** Havuzlu sistemde pazarlanabilir bitki ağırlığına ait ortalama değerler

Sıra	Bitki Ağırlığı (kg)
1	0,127
2	0,094
3	0,126
4	0,115
Ortalama	0,115

#### 4.2.7. Yaprak Alanı Sonuçları

Havuzlu sistemle yapılan yetiştiricilikte sıranın, yaprak alanı üzerine olan etkisinin önemli olmadığı Çizelge 4.45.'de görülmektedir.

**Çizelge 4.45.** Havuzlu sistemde yaprak alanına ait varyans analizi

Varyasyon Kaynakları	Serbestlik Derecesi (sd)	Kareler ortalaması	F değeri	Önem Derecesi
Tekerrür	2	3122,734	0,9728	
Sıra	3	4547,646	1,4167	0,3270
Hata	6	3210,073		
Cv	20,44			

Çizelge 4.46.'dan da görüleceği üzere yaprak alanının, sıralar arasında önemli bir fark bulunmamasına rağmen 327.393 cm<sup>2</sup> ile 2. sırada en yüksek, 268.730 cm<sup>2</sup> ile 1. sırada en düşük yaprak alanına sahip olduğu belirlenmiştir.

**Çizelge 4.46.** Havuzlu sistemde ortalama yaprak alanına ait değerler

Sıra	Yaprak Alanı (cm <sup>2</sup> )
1	268,730
2	327,393
3	279,617
4	233,033
Ortalama	277,193

#### 4.2.9. Taç Genişliği Sonuçları

Havuzlu sistemle yapılan yetiştiricilikte sıranın, taç genişliğine üzerine olan etkisinin önemli olmadığı Çizelge 4.47.'de görülmektedir.

**Çizelge 4.47.** Havuzlu sistemde taç genişliğine ait varyans analizi

Varyasyon Kaynakları	Serbestlik Derecesi (sd)	Kareler ortalaması	F değeri	Önem Derecesi
Tekerrür	2	38,083	4,5248	0,0634
Sıra	6	10,750	1,2772	0,3641 öd
Hata	6	8,417		
Cv				

Çizelge 4.48.'den de görüleceği üzere taç genişliği ile sıralar arasında önemli bir fark bulunmamasına rağmen 27.00 cm ile 2. sırada en düşük, 31.33 cm ile 4. sırada en yüksek taç genişliğine sahip olduğu belirlenmiştir.

**Çizelge 4.48.** Havuzlu sistemde ortalama taç genişliğine ait değerler

Sıra	Taç genişliği (cm)
1	28,000
2	27,000
3	28,000
4	31,333
Ortalama	28,583

#### 4.2.10. Klorofil Değerleri

Havuzlu sistemle yapılan yetiştiricilikte sıranın, klorofil değerleri üzerine olan etkisinin önemli olmadığı Çizelge 4.49.'da görülmektedir.

**Çizelge 4.49.** Havuzlu sistemde klorofil değerleri ait varyans analizi

Varyasyon Kaynakları	Serbestlik Derecesi (sd)	Kareler ortalaması	F değeri	Önem Derecesi
Tekerrür	2	131,116	4,7105	0,0589
Sıra	3	90,603	3,2550	0,1018
Hata	6	27,835		
Cv	22,85			

Çizelge 4.50'den de görüleceği üzere klorofil değerleri ile sıralar arasında önemli bir fark bulunmamasına rağmen 16.10 SPAD ile 4. sırada en düşük, 29.467 SPAD ile 2. sırada en yüksek klorofil değerleri elde edilmiştir.

**Çizelge 4.50.** Havuzlu sistemde ortalama klorofil değerleri

Sıra	Krolofil (spad)
1	22,733
2	29,467
3	24,067
4	16,100
Ortalama	23,092

#### 4.2.11. SÇKM (Suda Çözünebilen Kuru Madde Miktarı) Sonuçları

Havuzlu sistemle yapılan yetiştiricilikte sıranın, marul bitkisinin suda çözünebilen kuru madde miktarı değerleri üzerine olan etkisinin önemli olmadığı Çizelge 4.51.'de görülmektedir.

**Çizelge 4.51.** Havuzlu sistemde SÇKM değerlerine ait varyans analizi

Varyasyon Kaynakları	Serbestlik Derecesi (sd)	Kareler ortalaması	F değeri	Önem Derecesi
Tekerrür	2	0,081	1,3535	0,3272
Sıra	3	0,130	2,1721	0,1924
Hata	6	0,060		
Cv	5,97			

Çizelge 4.52.'den de görüleceği üzere SÇKM değerleri ile sıralar arasında önemli bir fark bulunmamasına rağmen %4.300 ile 4. sırada en yüksek, %3.867 ile 1. sırada en düşük SÇKM değerleri elde edilmiştir.

**Çizelge 4.52.** Havuzlu sistemde ortalama SÇKM değerleri

Sıra	SÇKM (%)
1	3,867
2	4,233
3	3,967
4	4,300
Ortalama	4,092

#### 4.2.12. Yaprak Sayısı Sonuçları

Havuzlu sistemle yapılan yetiştiricilikte sıranın, marulun yaprak sayısı üzerine olan etkisinin önemli olmadığı Çizelge 4.53.'de görülmektedir.

**Çizelge 4.53.** Havuzlu sistemde yaprak sayısı değerlerine ait varyans analizi

Varyasyon Kaynakları	Serbestlik Derecesi (sd)	Kareler ortalaması	F değeri	Önem Derecesi
Tekerrür	2	17,583	1,9009	0,2294
Sıra	3	10,750	1,1622	0,3987
Hata	6	9,250		
Cv	14,20			

Çizelge 4.54.'den de görüleceği üzere yetişen yaprak sayısı değerleri ile sıralar arasında önemli bir fark bulunmamasına rağmen 23 adet ile 1. sırada en yüksek, 18.667 ile 2. sırada en düşük yaprak sayıları elde edilmiştir.

**Çizelge 4.54.** Havuzlu sistemde ortalama yaprak sayıları

Sıra	Yaprak Sayısı (adet)
1	23,000
2	18,667
3	22,000
4	22,000
Ortalama	21,417

#### 4.2.13. L (Parlaklık) Değeri Sonuçları

Havuzlu sistemle yapılan yetiştiricilikte sıranın, renk ölçümlerindeki L (parlaklık) değerleri üzerine olan etkisinin önemli olmadığı Çizelge 4.55’de görülmektedir.

**Çizelge 4.55.** Havuzlu sistemde L (parlaklık) değerlerine ait varyans analizi

Varyasyon Kaynakları	Serbestlik Derecesi (sd)	Kareler ortalaması	F değeri	Önem Derecesi
Tekerrür	2	43,663	3,0555	0,1216
Sıra	3	35,550	2,4878	1,1577
Hata	6	14,290		
Cv	7,06			

Çizelge 4.56.’dan da görüleceği üzere L (parlaklık) değerleri ile sıralar arasında önemli bir fark bulunmamasına rağmen 57.11 ile 3. sırada en yüksek, 49.32 ile 2. sırada en düşük parlaklık değerleri elde edilmiştir.

**Çizelge 4.56.** Havuzlu sistemde ortalama L (parlaklık) değerleri

Sıra	L Değeri
1	55,323
2	49,320
3	57,117
4	52,250
Ortalama	53,510

#### 4.2.14. a Değerleri

Havuzlu sistemle yapılan yetiştiricilikte sıranın, renk ölçümlerindeki a değerleri üzerine olan etkisinin önemli olmadığı Çizelge 4.57’de görülmektedir.

**Çizelge 4.57.** Havuzlu sistemde a değerlerine ait varyans analizi

Varyasyon Kaynakları	Serbestlik Derecesi (sd)	Kareler ortalaması	F değeri	Önem Derecesi
Tekerrür	2	1,706	1,1447	0,3792
Sıra	3	7,998	5,3654	0,0391
Hata	6	1,491		
Cv	-5,45			

Çizelge 4.58’den de görüleceği üzere a değerleri ile sıralar arasında önemli bir fark bulunmamasına rağmen -24.377 ile 1. sırada en yüksek, -20.77 ile 2. sırada en düşük a değerleri elde edilmiştir. a ne kadar büyük eksi değer alırsa yeşil renk o kadar fazla olmaktadır.

**Çizelge 4.58.** Havuzlu sistemde ortalama a değerleri

Sıra	a Değeri
1	-24,377
2	-20,770
3	-23,103
4	-21,430
Ortalama	-22,420

#### 4.2.15. b Değeri

Havuzlu sistemle yapılan yetiştiricilikte sıranın, renk ölçümlerindeki b değerleri üzerine olan etkisinin önemli olmadığı Çizelge 4.59.’da görülmektedir.

**Çizelge 4.59.** Havuzlu sistemde b değerlerine ait varyans analizi

Varyasyon Kaynakları	Serbestlik Derecesi (sd)	Kareler ortalaması	F değeri	Önem Derecesi
Tekerrür	2	5,489	1,4178	0,3131
Sıra	3	35,972	9,2917	0,0113
Hata	6	3,871		
Cv	5,24			

Çizelge 4.60.'dan da görüleceği üzere b değerleri ile sıralar arasında önemli bir fark bulunmamasına rağmen 40.493 ile 1. sırada en yüksek, 32.587 ile 2. sırada en düşük b değerleri elde edilmiştir. b ne kadar büyük değer alırsa sarı renk o kadar fazla olmaktadır.

**Çizelge 4.60.** Havuzlu sistemde ortalama b değerleri

Sıra	b Değeri
1	40,493
2	32,587
3	39,137
4	37,947
Ortalama	37,541

### 4.3. Tüplü Sitem Sonuçları

Şekil 4.3.'de tüplü sisteme ait dikim sonrası ve hasat öncesi 32 gün arayla çekilmiş durumları görülmektedir.



**Şekil 4.3.** Tüplü sistem

#### 4.3.1. Kök Uzunluğu Sonuçları

Tüplü sistemle yapılan yetiştiricilikte sıranın, gölge ve aydınlık konumda bulunan bitkilerin kök uzunluklarına etkisinin önemli olmadığı Çizelge 4.61.'de görülmektedir.

**Çizelge 4.61.** Tüplü sistemde kök uzunluğu değerlerine ait varyans analizi

Varyasyon kaynakları	Serbestlik Derecesi (sd)	Kareler ortalaması	F değeri	Önem Derecesi
Tekerrür	2	5,44	4,2609	0,1020
Sıra	2	0,111	0,0870	öd
Hata	4	1,278		
Cv	17,24			

Çizelge 4.62.'den de görüleceği üzere kök uzunluğunun sıralar arasında önemli bulunmamasına rağmen 6.67 cm ile 3. sıranın en yüksek, 6.33 cm ile 2. sıranın yüksek kök uzunluğu değerleri verdiği saptanmıştır. Çeşitler incelendiğinde ise kök uzunlukları bakımından çeşitlerin kök uzunluklarının fazla bir farklılık göstermediği belirlenmiştir.

**Çizelge 4.62.** Tüplü sistemde ortalama kök uzunlukları

Sıra	Kök uzunluğu (cm)
1	6,67
2	6,33
3	6,67
Ortalama	6,55

#### 4.3.2. Bitki Boyu Sonuçları

Tüplü sistemle yapılan yetiştiricilikte sıranın, gölge ve aydınlık konumda bulunan bitkilerin bitki boyuna olan etkisinin önemli olduğu Çizelge 4.63.'de varyans analiz tablosunda görülmektedir.

**Çizelge 4.63.** Tüplü sistemde bitki boyu değerlerine ait varyans analizi

Varyasyon kaynakları	Serbestlik Derecesi (sd)	Kareler ortalaması	F değeri	Önem Derecesi
Tekerrür	2	1,333	0,6154	
Sıra	2	14,333	6,6154	0,0539*
Hata	4	2,167		
Cv	10,04			

Çizelge 4.64.'den de görüleceği üzere bitki boyu aydınlığı fazla olan tarafta 16.667 cm ile 3. sırada en yüksek, 12.33 cm ile 1. sırada en düşük bitki boyu uzunluğu değerleri verdiği saptanmıştır. Çeşitler incelendiğinde ise bitki boyları bakımından çeşitlerin fazla bir farklılık göstermediği belirlenmiştir. Topraklı yetiştiricilik tüplü sisteminde ise diğer sistemlere göre en düşük bitki boyu değerlerine sahip olduğu saptanmıştır.

**Çizelge 4.64.** Tüplü sistemde ortalama kök uzunlukları

Sıra	Bitki Boyu (cm)
1	12,333
2	15,000
3	16,667
Ortalama	14,667

### 4.3.3. Gövde Çapı Sonuçları

Tüplü sistemle yapılan yetiştiricilikte sıranın, gövde çapı üzerinde etkisinin önemli olmadığı Çizelge 4.65.'de görülmektedir.

**Çizelge 4.65.** Tüplü sistemde gövde çapına ait varyans analizi

Varyasyon kaynakları	Serbestlik Derecesi (sd)	Kareler ortalaması	F değeri	Önem Derecesi
Tekerrür	2	15,897	0,2519	
Sıra	2	16,165	0,2561 öd	
Hata	4	63,121		
Cv	26,59			

Çizelge 4.66'dan da görüleceği üzere gövde çapının sıralar arasında önemli bir farkın bulunmamasına rağmen 27.263 mm ile 2. sırada en düşük, 31.697 mm ile 1. sırada en büyük gövde çapı değerleri verdiği belirlenmiştir. Bunun da nedeninin 1. sıranın az da olsa güneşe daha yakın olmasından kaynaklandığı sonucuna varılmıştır.

**Çizelge 4.66.** Tüplü sistemde ortalama gövde çapı değerleri

Sıra	Gövde Çapı (mm)
1	31,697
2	27,263
3	30,673
Ortalama	29,878

#### 4.3.4. Kök Boğazı Çapı Sonuçları

Tüplü sistemle yapılan yetiştiricilikte sıranın, kök boğazı çapı üzerinde etkisinin önemli olmadığı Çizelge 4.67.'de görülmektedir.

**Çizelge 4.67.** Tüplü sistemde kök boğaz çapına ait varyans analizi

Varyasyon kaynakları	Serbestlik Derecesi (sd)	Kareler ortalaması	F değeri	Önem Derecesi
Tekerrür	2	2,550	0,8748	
Sıra	2	7,098	2,4353	0,2033 öd
Hata	4	2,915		
Cv	23,02			

Çizelge 4.68.'den de görüleceği üzere kök boğazı çapının sıralar arasında önemli bir farkın bulunmamasına rağmen 9,180 cm ile 3. sırada en yüksek, 6,357 cm ile 1. sırada en düşük kök boğazı çapı değerleri verdiği belirlenmiştir.

**Çizelge 4.68.** Tüplü sistemde ortalama kök boğazı çapı değerleri

Sıra	Kök Boğazı Çapı (cm)
1	6,357
2	6,710
3	9,180
Ortalama	7,416

#### 4.3.5. Toplam Bitki Ağırlığı Sonuçları

Tüplü sistemle yapılan geleneksel yetiştiricilikte sıranın, toplam bitki ağırlığı üzerinde etkisinin önemli olmadığı Çizelge 4.69.'da görülmektedir.

**Çizelge 4.69.** Tüplü sistemde toplam ağırlığa ait varyans analizi

Varyasyon kaynakları	Serbestlik Derecesi (sd)	Kareler ortalaması	F değeri	Önem Derecesi
Tekerrür	2	0,093	1,0500	0,4300
Sıra	2	0,094	1,0563	0,4282 öd
Hata	4	0,089		
Cv	222,30			

Çizelge 4.70.'den de görüleceği üzere toplam bitki ağırlığının, sıralar arasında önemli bir farkın bulunmamasına rağmen 0.033 kg ile 1. sırada en düşük, 0.039 kg ile 3. sırada en yüksek toplam ağırlığa sahip olduğu belirlenmiştir.

**Çizelge 4.70.** Tüplü sistemde ortalama toplam bitki ağırlıkları

Sıra	Toplam Ağırlık (kg)
1	0,033
2	0,031
3	0,039
Ortalama	0,034

#### 4.3.6. Kök Ağırlığı Sonuçları

Tüplü sistemle yapılan yetiştiricilikte sıranın, kök ağırlığı üzerine olan etkisinin önemli olmadığı Çizelge 4.71.'de görülmektedir.

**Çizelge 4.71.** Tüplü sistemde kök ağırlığına ait varyans analizi

Varyasyon kaynakları	Serbestlik Derecesi (sd)	Kareler ortalaması	F değeri	Önem Derecesi
Tekerrür	2	0,000	0,1250	
Sıra	2	0,000	0,5000 öd	
Hata	4	0,000		
Cv	18,84			

Çizelge 4.72.'den de görüleceği üzere kök ağırlığının, sıralar arasında önemli bir farkın bulunmamasına rağmen 0.008 kg ile 2. sırada en düşük, 0.09 kg ile 3. sırada en yüksek kök ağırlığına sahip olduğu belirlenmiştir.

**Çizelge 4.72.** Tüplü sistemde ortalama kök ağırlığı değerleri

Sıra	Kök ağırlığı (kg)
1	0,009
2	0,008
3	0,009
Ortalama	0,009

#### 4.3.7. Pazarlanabilir Bitki Ağırlığı Sonuçları

Tüplü sistemle yapılan yetiştiricilikte sıranın, bitki ağırlığı üzerine olan etkisinin önemli olmadığı Çizelge 4.73.'de görülmektedir.

**Çizelge 4.73.** Tüplü sistemde bitki ağırlığına ait varyans analizi

Varyasyon kaynakları	Serbestlik Derecesi (sd)	Kareler Ortalaması	F Değeri	Önem Derecesi
Tekerrür	2	0,000	1,5306	0,3209
Sıra	2	0,000	1,1142	0,4124 öd
Hata	4	0,000		
Cv	39,60			

Çizelge 4.74.'den de görüleceği üzere bitki ağırlığının, sıralar arasında önemli bir farkın bulunmamasına rağmen 0.023 kg ile 1. sırada en düşük, 0.035 kg ile 3. sırada en yüksek bitki ağırlığına sahip olduğu belirlenmiştir.

**Çizelge 4.74.** Tüplü sistemde ortalama pazarlanabilir bitki ağırlıkları

Sıra	Bitki Ağırlığı (kg)
1	0,023
2	0,023
3	0,035
Ortalama	0,027

### 4.3.8. Yaprak Alanı Sonuçları

Tüplü sistemle yapılan yetiştiricilikte sıranın, yaprak alanı üzerine olan etkisinin önemli olmadığı Çizelge 4.75.'de görülmektedir.

**Çizelge 4.75.** Tüplü sistemde yaprak alanına ait varyans analizi

Varyasyon Kaynakları	Serbestlik Derecesi (sd)	Kareler ortalaması	F değeri	Önem Derecesi
Tekerrür	2	5907,824	1,6626	0,2982
Sıra	2	4051,030	1,1401	0,4057 öd
Hata	4	3553,352		
Cv	31,24			

Çizelge 4.76.'dan da görüleceği üzere yaprak alanının, sıralar arasında önemli bir fark bulunmamasına rağmen 150.800 cm<sup>2</sup> ile 1. sırada en düşük, 223.047 cm<sup>2</sup> ile 3. sırada en yüksek yaprak alanına sahip olduğu belirlenmiştir.

**Çizelge 4.76.** Tüplü sistemde ortalama yaprak alanları

Sıra	Yaprak Alanı (cm <sup>2</sup> )
1	150,800
2	198,600
3	223,047
Ortalama	190,816

### 4.3.9. Taç Genişliği Sonuçları

Tüplü sistemle yapılan yetiştiricilikte sıranın, taç genişliğine üzerine olan etkisinin önemli olmadığı Çizelge 4.77'de görülmektedir.

**Çizelge 4.77.** Tüplü sistemde taç genişliğine ait varyans analizi

Varyasyon Kaynakları	Serbestlik Derecesi (sd)	Kareler ortalaması	F değeri	Önem Derecesi
Tekerrür	2	2,333	0,6364	
Sıra	2	2,333	0,6364 öd	
Hata	4	3,667		
Cv	12,22			

Çizelge 4.78.'den de görüleceği üzere taç genişliği ile sıralar arasında önemli bir fark bulunmamasına rağmen 14.667 cm ile 1. sırada en düşük, 16.333 cm ile 2. sırada en yüksek taç genişliğine sahip olduğu belirlenmiştir.

**Çizelge 4.78.** Tüplü sistemde ortalama taç genişlikleri

Sıra	Taç genişliği (cm)
1	14,667
2	16,333
3	16,000
Ortalama	15,667

#### 4.3.10. Klorofil Sonuçları

Tüplü sistemle yapılan yetiştiricilikte sıranın, klorofil değerleri üzerine olan etkisinin önemli olmadığı Çizelge 4.79.'da görülmektedir.

**Çizelge 4.79.** Tüplü sistemde klorofil değerlerine ait varyans analizi

Varyasyon Kaynakları	Serbestlik Derecesi (sd)	Kareler ortalaması	F değeri	Önem Derecesi
Tekerrür	2	48,323	4,8003	0,0865
Sıra	2	4,923	0,4891 öd	
Hata	4	10,067		
Cv	14,87			

Çizelge 4.80.'den de görüleceği üzere klorofil değerleri ile sıralar arasında önemli bir fark bulunmamasına rağmen 19.867 SPAD ile 2. sırada en düşük, 21.900 SPAD ile 3. sırada en yüksek klorofil değerleri elde edilmiştir.

**Çizelge 4.80.** Tüplü sistemde ortalama klorofil değerleri

Sıra	Klorofil (spad)
1	21,900
2	19,867
3	22,233
Ortalama	21,333

#### 4.3.11. SÇKM Sonuçları

Tüplü sistemle yapılan yetiştiricilikte sıranın, marul bitkisinin suda çözünebilir kuru madde miktarı değerleri üzerine olan etkisinin önemli olmadığı Çizelge 4.81.'de görülmektedir.

**Çizelge 4.81.** Tüplü sistemde SÇKM değerlerine ait varyans analizi

Varyasyon Kaynakları	Serbestlik Derecesi (sd)	Kareler ortalaması	F değeri	Önem Derecesi
Tekerrür	2	0,058	0,2105	
Sıra	2	0,274	1,0000 öd	
Hata	4	0,274		
Cv	11,79			

Çizelge 4.82.'den de görüleceği üzere SÇKM değerleri ile sıralar arasında önemli bir fark bulunmamasına rağmen %4.767 ile 1. sırada en yüksek, %4.167 ile 3. sırada en düşük SÇKM değerleri elde edilmiştir.

**Çizelge 4.82.** Tüplü sistemde ortalama SÇKM değerleri

Sıra	SÇKM (%)
1	4,767
2	4,400
3	4,167
Ortalama	4,444

#### 4.3.12. Yaprak Sayısı Sonuçları

Tüplü sistemle yapılan yetiştiricilikte sıranın, marulun yaprak sayısı üzerine olan etkisinin önemli olmadığı Çizelge 4.83.'de görülmektedir.

**Çizelge 4.83.** Tüplü sistemde yaprak sayısı değerlerine ait varyans analizi

Varyasyon Kaynakları	Serbestlik Derecesi (sd)	Kareler ortalaması	F değeri	Önem Derecesi
Tekerrür	2	6,333	2,0000	0,2500
Sıra	2	1,333	0,4211	
Hata	4	3,167		
Cv	12,71			

Çizelge 4.84.'den de görüleceği üzere yetişen yaprak sayısı değerleri ile sıralar arasında önemli bir fark bulunmamasına rağmen 13.333 adet ile 1. sırada en düşük, 14.667 ile 3. sırada en yüksek yaprak sayıları elde edilmiştir.

**Çizelge 4.84.** Tüplü sistemde ortalama yaprak sayıları değerleri

Sıra	Yaprak sayısı (adet)
1	13,333
2	14,000
3	14,667
Ortalama	14,000

#### 4.3.13. L (Parlaklık) Değeri Sonuçları

Tüplü sistemle yapılan yetiştiricilikte sıranın, renk ölçümlerindeki L (parlaklık) değerleri üzerine olan etkisinin önemli olmadığı Çizelge 4.85.'de görülmektedir.

**Çizelge 4.85.** Tüplü sistemde L (parlaklık) değerlerine ait varyans analizi

Varyasyon Kaynakları	Serbestlik Derecesi (sd)	Kareler ortalaması	F değeri	Önem Derecesi
Tekerrür	2	13,396	1,1762	0,3965
Sıra	2	10,963	0,9626	
Hata	4	11,389		
Cv	5,83			

Çizelge 4.86.'den de görüleceği üzere L (parlaklık) değerleri ile sıralar arasında önemli bir fark bulunmamasına rağmen 55.787 ile 1. sırada en düşük, 59.560 ile 2. sırada en yüksek parlaklık değerleri elde edilmiştir.

**Çizelge 4.86.** Tüplü sistemde ortalama L (parlaklık) değerleri

Sıra	L Değeri
1	55,787
2	59,560
3	58,207
Ortalama	57,851

#### 4.3.14 a Değeri Sonuçları

Tüplü sistemle yapılan yetiştiricilikte sıranın, renk ölçümlerindeki a değerleri üzerine olan etkisinin önemli olmadığı Çizelge 4.87.'de görölmektedir.

**Çizelge 4.87.** Tüplü sistemde a değerlerine ait varyans analizi

Varyasyon Kaynakları	Serbestlik Derecesi (sd)	Kareler ortalaması	F değeri	Önem Derecesi
Tekerrür	2	2,280	0,4282	
Sıra	2	5,244	0,9851	
Hata	4	5,323		
Cv	-9,95			

Çizelge 4.88.'den de görüleceği üzere a değerleri ile sıralar arasında önemli bir fark bulunmamasına rağmen -21.790 ile 1. sırada en düşük, -24.417 ile 3. sırada en yüksek a değerleri elde edilmiştir. a ne kadar büyük eksi değer alırsa yeşil renk o kadar fazla olmaktadır.

**Çizelge 4.88.** Tüplü sistemde ortalama a değerleri

Sıra	a Değeri
1	-21,790
2	-24,417
3	-23,367
Ortalama	-23,191

#### 4.3.15. b Değeri Sonuçları

Tüplü sistemle yapılan yetiştiricilikte sıranın, renk ölçümlerindeki b değerleri üzerine olan etkisinin önemli olmadığı Çizelge 4.89.'de görölmektedir.

**Çizelge 4.89.** Tüplü sistemde b değerlerine ait varyans analizi

Varyasyon Kaynakları	Serbestlik Derecesi (sd)	Kareler ortalaması	F değeri	Önem Derecesi
Tekerrür	2	8,322	0,8770	
Sıra	2	20,976	2,2105	0,225
Hata	4	9,489		
Cv	7,72			

Çizelge 4.90.'dan da görüleceği üzere b değerleri ile sıralar arasında önemli bir fark bulunmamasına rağmen 37.140 ile 1. sırada en düşük, 42.413 ile 2. sırada en yüksek b değerleri elde edilmiştir. b ne kadar büyük değer alırsa sarı renk o kadar fazla olmaktadır.

**Çizelge 4.90.** Havuzlu sistemde b değerlerine ait ortalamalar

Sıra	b Değeri
1	37,140
2	42,413
3	40,123
Ortalama	39,892

#### 4.4. Borulu PAR Sonuçları

Çizelge 4.91'de borulu sisteme ait korelasyon tablosu görülmektedir. Çizelge incelendiğinde kat sıralamasının, elektrik iletkenliğinin, pH'ın ve bitkinin bulunduğu konumdaki par değerlerinin sistem üzerindeki etkilerinin önemli olduğu görülmüştür. En üst katta bulunan ve güneş ışığını diğer konumdaki bitkilere göre daha fazla alan bitkilerin en iyi bitki özelliklerini verdiği belirlenmiştir.

**Çizelge 4.91.** Borulu sisteme ait korelasyon analizi

	pH	KAT	PAR (ÖN)	PAR (ARKA)	SICAKLIK
EC	-0,782**	0,0000	-0,2190**	-0,0881	-0,1809*
PH		0,0000	0,2405**	0,1103	0,0315
KAT			0,6343**	0,7316**	0,0000
PAR (ÖN)				0,8147**	0,4332**
PAR (ARKA)					0,1908**

#### 4.5. Havuzlu PAR Sonuçları

Çizelge 4.92.'de havuzlu sisteme ait korelasyon tablosu görülmektedir. Çizelge incelendiğinde havuzlu sistemde pH'ın, sıcaklığın ve bitkinin bulunduğu konumdaki par değerlerinin sistem üzerindeki etkilerinin önemli olduğu belirlenmiştir. Sistemdeki su sıcaklığının ve gün ışığını en fazla alan konumdaki bitkilerin en iyi bitki değerlerinin verdiği görülmüştür.

**Çizelge 4.92.** Havuzlu sisteme ait korelasyon analizi

	pH	PAR	Sıcaklık
EC	-0,589**	-0,567**	-0,8492**
PH		0,0786	0,6012**
PAR			0,459*



## 5. SONUÇ ve ÖNERİLER

Su (Hidroponik) kültüründe, Akan su kültürü ve durgun su kültürü, Aeroponik kültüre göre daha fazla tercih edilmektedir. Bunun sebebi akan su kültüründe motor veya pompa kullanılmasından dolayı sisteme verilen bitki besin elementlerinin bitkiye homojen bir şekilde verilmesi, bitki köklerinin yosun tutmaması ve kurulan katlı sistemlerle birim alandan daha fazla bitki elde edilmesi olarak görülmektedir. Su (Hidroponik) Kültürün son yıllarda katı ortam kültürüne göre hızla gelişmesi ve tercih edilmesinin nedeni, sterilizasyonun kolay olması, hastalık zararlı bulaşma ihtimalinin az olması, yabancı ot sorununun olmaması, toprak işlemeye gerek duyulmaması, kullanılan gübrenin ve suyun israf edilmemesi, bitkinin kirlenmemesi, birim alandan daha fazla ürün elde edilmesi, kurulan sistemin uzun yıllar kullanılabilmesi, atıl durumdaki tarım yapılamayan arazilerin değerlendirilmesi, daha az maliyetli olması ve pazar talebinin daha fazla olması nedeniyle daha fazla tercih edilmektedir. Bu avantajların hepsi çalışmada belirlenmiştir.

Çalışmanın sonuçları Çizelge 5.1.'de görülmektedir. Tüm sistemler için, çeşitler açısından yeşil renkli kıvırcık marul (Caipia) ile kırmızı renkli kıvırcık marul (Giardian) arasında bitki özellikleri açısından çok büyük farklar gözlemlenmemiştir. Çalışmada kullanılan tüm marul çeşitlerine bağlı ortalama sonuçlar göstermiştir.

**Çizelge. 5.1.** Sonuçların genel değerlendirilmesi

Özellik	Borulu Sistem	Havuzlu sistem	Tüplü sistem
Kök uzunluğu (cm)	21,933	23,542	6,550
Bitki boyu (cm)	18,058	22,883	14,667
Gövde çapı (mm)	40,502	59,827	29,878
Kök boğazı çapı (mm)	8,220	11,139	7,416
Bitki ağırlığı (kg)	0,100	0,128	0,034
Kök ağırlığı (kg)	0,026	0,013	0,009
Pazarlanabilir bitki ağırlığı (kg)	0,084	0,115	0,027
Yaprak alanı (cm <sup>2</sup> )	218,548	277,193	190,816
Taç genişliği (cm)	22,533	28,583	15,667
Klorofil (spad)	21,695	23,092	21,333
SÇKM (%)	4,012	4,092	4,444
Yaprak sayısı (adet)	18,883	21,417	14,000
L değeri	54,525	53,510	57,851
a değeri	-23,166	-22,420	-23,191
b değeri	38,514	37,541	39,892

Havuzlu sistemde 33 gün içerisinde, 23,542 cm kök uzunluğuna, 22.883 cm bitki boyuna, 59.827 mm gövde çapına, 11.139 cm kök boğazı çapına, 0.128 kg toplam bitki ağırlığına, 0.115 kg pazarlanabilir bitki ağırlığına, 0,013 kök ağırlığına, 277.193 cm<sup>2</sup> yaprak alanına, 28.583 cm taç genişliğine, 23.092 spad klorofil miktarına, 4.092 % SÇKM miktarına ve 21.417 adet yaprak sayısına ulaşılmıştır. Sadece kök ağırlığı bakımından borulu sistem öne geçmiştir. Lxaxb değerlerinde ise aynı şekilde havuzlu ve borulu istem arasında fark bulunmazken sırasıyla 53.510, -22.420 ve 37.541 değerlerine ulaşılmıştır.

Her iki çeşidinde kök uzunluklarının fazla olması bitkilerin besin maddelerini kolaylıkla aldıklarını ortaya koymuştur (Aydın, 2018; Çam, 2018; Durgunsoy, 2016; Karaman, 1997; Okudur ve Ercan, 2016; Rodrigo et all. 2018). Toplam bitki ağırlıkları incelendiğinde ise en fazla büyüme gösteren bitkinin havuzlu sistemde olduğu belirlenmiştir. Bu sonuç benzer şekilde pazarlanabilir bitki ağırlıkları için de geçerlidir (Atlas ve Sümer, 2016; Çılgın, 2019; Uludağ 2017). Bu sonuç aynı zamanda yaprak sayısı ile doğru orantılı olarak karşımıza çıkmaktadır (Çam, 2018; Okudur ve Ercan, 2016; Okudur, 2018). Tüm sistemler için Sçkm ve klorofil değerleri bakımından birbirlerine çok yakın değerler elde edilmiştir (Bayyurt, 2012). Renk ölçümlerinde ise sistemlerdeki bitkiler arasında önemli bir fark bulunmamıştır.

Maliyet olarak bakıldığında havuzlu sistem ilk kurulum maliyeti açısından borulu sisteme göre %66 daha ekonomik sonuçlar vermiştir. Her iki istemin kurulumları kolay ve taşınabilir olması sürdürülebilirlik açısından olumlu sonuçlar verdiği belirlenmiştir. İşletme maliyetleri bakımından ise havuzlu sistem ile borulu sistemlerde aynı güce sahip pompaların kullanılmasından dolayı enerji giderleri arasında fark tespit edilememiştir.

Borulu sistemde her bir hatta farklı debilerde su dolaştırılmasının bitki gelişmesine etkisinin önemli olup olmadığı, incelenen diğer faktörlerin yanında herhangi bir etkisinin olup olmadığı net bir şekilde tespit edilememiştir. Fakat en hızlı debiye (200 ml/s) sahip borularda diğer hatlardaki borulara nazaran daha az yosunlaşma tespit edilmiştir. Günde bir defa pompaların çalıştırıldığı sistemlerin zamanlayıcı kullanarak günde birkaç defa daha fazla çalıştırılması bitki gelişimlerine olumlu yönde etki edeceği düşünülmektedir. Isıtmasız sera ortamında topraklı tüplü sistemler gerek

çeşit gerekse bitki gelişim özellikleri bakımından en düşük sonuçları verdiği belirlenmiştir.





## 6. KAYNAKLAR

Anonim, 2019. <http://bahcebitkileri.org> Erişim tarihi: 10.12.2019

Anonim, 2021a. [https://ziraatyapma.blogspot.com/2011/08/cilekte-topraksz-tarm-uygulamalar-1\\_10.html](https://ziraatyapma.blogspot.com/2011/08/cilekte-topraksz-tarm-uygulamalar-1_10.html), erişim tarihi 01.02.2021

Anonim, 2021b. <https://dolukafa.com/topraksiz-tarim-ile-organik-besinler-hydroponics-1/> erişim tarihi 01.02.2021

Anonim 2021c. <https://toprakvesu.com/kb/dwc-derin-su-kulturu/> erişim tarihi 01.02.2021

Atlas, O. ve Sümer, A. 2016. Topraksız ortamda yetiştirilen marul bitkisinin gelişimi üzerine farklı saksı tiplerinin etkileri. *ÇOMU Ziraat Fakültesi Dergisi*, Sayı:4(1), 43-50.

Aydın, H. 2018. Akuaponik sistemlerde kıvrıkcık marul (*Lactuca sativa*) yetiştiriciliği. Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Su Ürünleri Yetiştiriciliği Anabilim Dalı, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, 76.

Bayyurt, R. 2012. Durgun su kültüründe yetiştirilen marulda bitkinin verim ve kalitesi üzerine sudaki O<sub>2</sub> miktarını artırıcı uygulamaların etkileri / Durgun su kültüründe yetiştirilen marulda bitkinin verim ve kalitesi üzerine sudaki O<sub>2</sub> miktarını artırıcı uygulamaların etkileri Akdeniz Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, 100.

Bostancı, K.B. 2018. Açıkta ve örtüaltında yetiştirilen ıspanağın verim ve kalitesi üzerine durgun su kültürü tekniği ile topraklı yetiştiriciliğin etkilerinin araştırılması. Akdeniz Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, 102.

Cooper, A. 1982. Nutrient film technique. London. Grower Books.

Çam, D.U. 2018. Marulda (*Lactuca Sativa L.*) azot ve potasyum uygulamalarının verim ve kaliteye etkisi. Ordu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, 54.

Çılgın, G. 2019. Dönen katlı sistemde (mechaponic sistem) salata marul yetiştiriciliği. Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Toprak Billimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, 69.

Donnan, R. 1998. Hydroponics around the World. *Practical Hydroponics & Greenhouses*, pp: 18-25.

Durgunsoy, F. (2016). Durgun su kültüründe yetiştirmeye uygun marul tiplerinin belirlenmesi. Akdeniz Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, 68.

Eltez, R. Z. ve Tüzel, Y. 2007. Merdiven tipi seralarda farklı topraksız tarım tekniklerinin çilek yetiştiriciliğinde verim ve kaliteye etkisi. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*

Gül, A. 2008. Topraksız Tarım, Hasat Yayıncılık, İstanbul

Gül, A. 2012. Topraksız Tarım. Hasat Yayıncılık İstanbul

Gün, A. 2019. Marulda (*Lactuca sativa* l. var. *crispa*) organik gübrelerin verim ve kaliteye etkisi. Ordu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, 78.

James, L. 1993. Best management practices for vegetable growers that minimise environmental harm. Proceedings Australian Hydroponic Conference, Monash University 'Hydroponics and the Environment', Melbourne 12-19 February.

Jones, J. B. 1983. A Guide for the hydroponic and soilless culture Grower. Portland.

Kacira, M., Sase, S., Okishima, L., Ishii, M., Kowata, H. and Moriyana, H. 2004. Status of greenhouse production in turkey focusing on vegetable and floriculture production. *J. Agric. Meteorol.* 60 (2); 115-122.

Karaman, Ö. 1997. Bazı topraksız kültür sistemlerinin sera marul yetiştiriciliğinde kullanım olanakları. Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, 47.

Kahraman, M. R. 2012. Bitki Besleme. Gübretaş rehber kitaplar dizisi: No: 2, Ankara.

Karataş, A. 2001. Örtüaltında farklı ekim zamanları ve yaprak uygulamalarının marulda bitki gelişmesi ve verim üzerine etkisi. Atatürk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, 53.

Kibar, B., 2018. Marulda bitkisel özellikler, bazı kalite özellikleri ve elementler arasındaki ilişkilerin belirlenmesi. *Uluslararası Tarım ve Yaban Hayatı Bilimleri Dergisi (UTYHBD)*, Sayı: 4(2), 149 – 160.

Merdin, S. 2009. Bitki gelişimini artıran kök bakterilerinin farklı ortamlarda baş salata yetiştiriciliğine etkisi. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi. Ege Ü. Fen. Bil. Ens. İzmir.

Okudur, E. 2016. Durgun su kültüründe yetiştirilen marulda ozon uygulamasının solüsyonun besin kompozisyonu ile bitkinin verim ve kalitesi üzerine etkisi. Akdeniz Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, 86.

Okudur, E. ve Ercan, N. 2016. Farklı gübre uygulamalarının durgun su kültüründe yetiştirilen marullarda verim ve kaliteye etkileri. *Nevşehir Bilim ve Teknoloji Dergisi TARGİD* Özel Sayısı, 69-78.

Okudur, E. 2018. Durgun su kültüründe yetiştirilen marulda üç farklı şekilde verilen gübrelemenin verim ve kaliteye etkisi. Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi 1. Uluslararası Tarımsal Yapılar ve Sulama Kongresi Özel Sayısı, 394-399.

Onur, E. 2011. Su kültüründe yetiştirilen kıvırcık marul bitkisinde mikroalg (*Chlorella vulgaris*) uygulamasının etkileri. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, 80.

Oymak, E. 2018. Yapraktan uygulanan bazı mikro elementlerin su kültüründe yetiştirilen renkli marullarda yaprak renklenmesi ve verimlilik üzerine etkileri. Akdeniz Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, 49.

Rodrigo A. J., Evaldo F. R., Fabricio C. O., Luciano O. G. and Elton A. S. M. 2018. Yield of lettuce grown in hydroponic and aquaponic systems using different substrates. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, Vol: 22/8, 525-529.

Seçkin, S.D. 2019. Farklı LED ışıkları ve azot uygulamalarının marul bitkisinin gelişimi ve yaprak nitrat konsantrasyonu üzerine etkileri. Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı, yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, 39.

Sevgican, A. 1999. Örtüaltı Sebzeçiliği (Topraksız Tarım). Ege Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Yayınları No: 526, 476s, Bornova, İzmir.

Sevgican, A., Tüzel, Y., Gül, A. ve Eltez, R.Z. 2000. Türkiye’de Örtüaltı Yetiştiriciliği (yayınevi belirtilmemiş)

Seymour, G. 1993. Review of commercial hydroponic crop production systems. commercial hydroponics in australasia, A Guide for Growers, Pro-Set Pty Ltd,Hobart.

Solak, F.T. 2016. Çanakkale şartlarında tarla ve tünel altında kıvrıkcık salata (lactuca sativa var. crispata) yetiştirme olanakları. Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi, 46.

Tüzel, Y., Öztekin, G.B., Duyar, H., Eşiyok, D., Kılıç, Ö.G., Anaç, D. ve Kayıkçıoğlu, H.H. 2011. Organik salata-marul yetiştiriciliğinde agryl örtü ve bazı gübrelerin verim, kalite, yaprak besin madde içeriği ve toprak verimliliği özelliklerine etkileri. **Tarım Bilimleri Dergisi**, Sayı: 17, 190-203.

Uludağ, T. 2017. Yaprakları tüketilen bazı sebzelerin yüzen su kültüründe üretim olanakları. Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, 132.